

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2003年8月21日 (21.08.2003)

PCT

(10)国際公開番号
WO 03/069602 A1(51)国際特許分類⁷:

G11B 7/0045, 7/24

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱化学株式会社 (MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 Tokyo (JP).

(21)国際出願番号:

PCT/JP03/01509

(72)発明者; および

(22)国際出願日: 2003年2月13日 (13.02.2003)

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 大野孝志 (OHNO,Takashi) [JP/JP]; 〒227-8502 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内 Kanagawa (JP). 久保正枝 (KUBO,Masae) [JP/JP]; 〒227-8502 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内 Kanagawa (JP). 堀江通和 (HORIE,Michikazu) [JP/JP]; 〒227-8502 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内 Kanagawa (JP). 水野正明 (MIZUNO,Masaaki) [JP/JP]; 〒227-8502 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 三菱化学株式会社内 Kanagawa (JP). 星野博幸 (HOSHINO,Hiroyuki) [JP/JP]; 〒227-8502

(25)国際出願の言語:

日本語

(26)国際公開の言語:

日本語

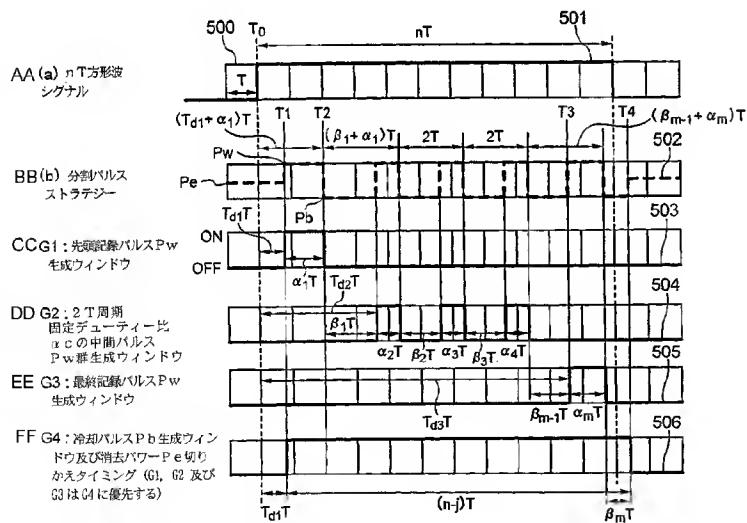
(30)優先権データ:

特願2002-34827	2002年2月13日 (13.02.2002)	JP
特願2002-74818	2002年3月18日 (18.03.2002)	JP
特願2002-126491	2002年4月26日 (26.04.2002)	JP
特願2002-317858		
	2002年10月31日 (31.10.2002)	JP
特願2002-344557	2002年11月27日 (27.11.2002)	JP

[続葉有]

(54)Title: REWRITABLE OPTICAL RECORDING MEDIUM AND OPTICAL RECORDING METHOD

(54)発明の名称: 書換え型光記録媒体及び光記録方法



AA... (a) nT SQUARE WAVE SIGNAL
 BB... (b) DIVIDED PULSE STRATEGY
 CC... G1: FIRST Pw PULSE WINDOW
 DD... G2: MIDDLE Pw PULSES WINDOW
 EE... G3: LAST Pw PULSE WINDOW
 FF... G4: COOLING PULSES Pb WINDOW AND SWITCHING
 Pe (G1, G2, AND G3 ARE PREFERRED TO G4)

(57)Abstract: While maintaining compatibility with the CD-RW standard and the rewritable DVD standard, it is possible to provide a CD-RW capable of high-speed recording of 24-time speed or higher and a rewritable DVD capable of high-speed recording of 6-time speed or higher as well as their recording method. A rewritable optical recording medium having a substrate and a phase change recording layer. A crystal portion is in a non-recorded state/erase state and an amorphous portion is in a recorded state. Information subjected to EFM modulation is recorded by applying a recording light to form an amorphous mark in a groove. The rewritable optical recording medium is characterized in that a linear velocity of 1.2 m/s to 1.4 m/s is made a reference speed (1-time speed) and at 24-time speed or at 32-time speed, when a recording light of wavelength of about 780 nm is applied via an optical system of NA = 0.5 or NA = 0.55 for recording, the modulation degree m_{11} of the recording signal is 60 to 80%, the upper end value R_{top} of the reflectance in the eye pattern is 15 to 25%, and the jitter is 35 nsec or below.

WO 03/069602 A1

[続葉有]



神奈川県 横浜市 青葉区鴨志田町 1000番地 三
菱化学株式会社内 Kanagawa (JP). 岡室 昭男 (OKA-
MURÔ, Akio) [JP/JP]; 〒108-0014 東京都 港区 芝5丁
目 31番地 19号 三菱化学メディア株式会社内
Tokyo (JP).

(74) 代理人: 泉名 謙治, 外(SENMYO,Kenji et al.); 〒
101-0042 東京都 千代田区 神田東松下町 38番地 鳥
本鋼業ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU,
LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM,

PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI
特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

従来の CD - RW 規格及び書き換え型 DVD 規格と互換性を維持しつつ、2.4
倍速以上の高速記録を可能とする CD - RW、6 倍速以上の高速記録を可能とす
る書き換え型 DVD、及びその記録方法を提供する。

基板と相変化型記録層を有しており、結晶状態の部分を未記録状態・消去状態
とし、非晶質の部分を記録状態とし、E FM 変調された情報を、記録光を照射し
該溝内に非晶質マークを形成することにより記録するための書き換え型光記録媒体
であって、

線速 1.2 m/s ~ 1.4 m/s を基準速度 (1 倍速) としたとき、基準速度
の 2.4 倍速又は 3.2 倍速において、

波長約 780 nm の記録光を、開口数 NA = 0.5 又は NA = 0.55 の光学
系を通して照射し記録した場合、記録信号の変調度 m_{11} が 60% ~ 80% で、ア
イバターンにおける反射率の上端値 R_{top} が 15% ~ 25% で、且つジッタが 3
5 nsec 以下であることを特徴とする書き換え型光記録媒体。

明細書

書換え型光記録媒体及び光記録方法

技術分野

本発明は、従来のCD-ROM又はDVD(-ROM)規格で規定される再生専用媒体と再生互換性を有する書換え可能な光記録媒体（本発明においては書き換え可能な光記録媒体を単に光記録媒体、媒体、光ディスク、又はディスクという場合がある。）とその記録方法に関する。特に、20m/s以上の高倍速の線速度における1ビームオーバーライト可能な書き換え型光記録媒体を提供する。さらに、広範囲の記録線速度で良好な記録を行うことができる記録方法を提供する。

背景技術

一般にコンパクトディスク（CD）又はデジタルバーサタイルディスク（DVD）は、凹ピットの底部及び鏡面から反射光の干渉により生じる反射率変化を利用して2値信号の記録及びトラッキング信号の検出が行われている。

近年、CD又はDVDと互換性のある光記録媒体として、相変化型の書き換え型コンパクトディスク（CD-RW、CD-ReWritable）又は、相変化型の書き換え型DVD（商品名：DVD-RW、DVD+RW、本明細書では書き換え型DVDをRW-DVDという場合がある。）が使用されている。

相変化型のCD-RW又はRW-DVDは、非晶質と結晶状態の屈折率差によって生じる反射率差および位相差変化を利用して記録情報信号の検出を行う。通常の相変化型のCD-RW又はRW-DVDは、基板上に下部保護層、相変化型記録層、上部保護層、反射層を設けた構造を有し、これら層の多重干渉を利用して反射率差および位相差を制御しCD又はDVDと互換性を持たせることができる。なお、CD-RW又はRW-DVDにおける記録とは、記録と消去を同時にを行うオーバーライト記録をいう。

この結果、反射率70%以上という高反射率まで含めた互換性は困難であるものの、反射率をCD-RWでは15~25%、RW-DVDでは18~30%に

落とした範囲内では記録信号及び溝信号の互換性が確保でき、反射率の低いことをカバーするための増幅系を再生系に付加すれば現行の再生専用 CD ドライブ又は DVD ドライブで再生が可能である。

しかし、CD-RW、RW-DVD を利用する場合の問題点のひとつに記録速度と転送レートの遅さがある。

CD の記録再生時の基準速度（以下、1 倍速とも称する）は、線速度（本明細書においては、「線速度」を単に「線速」という場合がある。） $1.2 \sim 1.4 \text{ m/s}$ であるが、CD-ROM ではすでに最大 40 倍速程度の高速再生が実現されており、1 倍速という低速で利用されるのは音楽や画像の再生程度に限られる。一般に、16 倍速再生までは CD 本来の一定線速度モード（CLV、Constant Linear Velocity）であるが、24～40 倍速再生は、一定回転速度モード（CAV、Constant Angular Velocity）を適用することで外周部データの転送レート、アクセス及びシーク時間が飛躍的に高速化されている。

CD-RWにおいても記録の高速化は進んでいるが CLV モードで高々 12 倍速程度までにとどまっている。通常、CD-RW は 1 倍速で全面に記録すると 74 分（又は 63 分）もの時間を要し、12 倍速であっても 6 分程度かかってしまう。しかし 20 倍速であれば 5 分以内で記録ができ、音楽・映像などの大量データ記録に CD-RW の用途を大きく広げることができる。

また、現在コンピュータの外部記憶装置としては、すでに CD-R が記録時 4 倍速を達成しており、CD-RWにおいても記録時転送レートを上げることが望まれている。

一方、DVD の再生時の基準速度（以下、1 倍速とも称する）は、線速度 3.49 m/s であるが、DVD-ROM ではすでに最大 16 倍速程度の高速再生が実現されており、1 倍速という低速で利用されるのは音楽や画像の再生程度に限られる。

RW-DVDにおいても記録の高速化は進んでいるが CLV モードで高々 2.4 倍速程度までにとどまっている。通常、RW-DVD は 1 倍速で全面に記録すると約 60 分もの時間を要し、2.4 倍速であっても 25 分程度かかってしまう。しかし 6 倍速であれば 10 分以内で記録ができ、音楽・映像などの大量データ記

録に R W – D V D の用途を大きく広げることができる。

このため、より高速で記録できる相変化媒体と記録方法が求められていた。

しかし、C D の 2 0 倍速以上、R W – D V D の 6 倍速以上の高線速まで記録可能な書き換え型相変化媒体は、未だ実現されていない。これは、線速度 2 0 m / s を越えるような高線速度でのオーバーライト可能な書き換え型 C D , D V D 媒体が未だ実現されていないことを意味する。

このような書き換え型相変化媒体が実現できない第一の理由は、非晶質マークの高速結晶化による短時間の消去と、非晶質マークの経時安定性とを両立させるのが困難だからである。

例えば、1 ~ 4 倍速でオーバーライト記録可能な C D – R W や 2 . 4 倍速程度までオーバーライト記録可能な R W – D V D の記録層材料として用いられる S b T e 合金を主成分とする記録材料は、S b 含有量を相対的に増やすことで高速結晶化でき線速度 2 0 m / s 以上でのオーバーライト記録が可能である。しかし、本発明者らの検討によれば、S b 量の増大は一方で、非晶質マークの経時安定性を著しく損ねてしまい、室温なら 1 ~ 2 年以内で、記録装置内部の 5 0 ~ 8 0 ℃ という高温環境であれば数日で、再生不可能なまでに非晶質マークが再結晶化により消えてしまう。あるいは、1 mW 以下のレーザー光ビームによる数百回～数千回程度の再生によって非晶質マークが消え始めるという深刻な問題もあり、記録媒体としての信頼性を維持できないことがわかった。

この問題を解決する必要があるのに加え、C D – R W 又は R W – D V D は、広く普及している再生専用 C D – R O M ドライブ又は D V D – R O M ドライブと再生互換性をとる制約もある。

例えば、再生互換をとるためにには、C D – R W の場合、変調度 5 5 ~ 7 0 % という高変調度を始めとして反射率 1 5 ~ 2 5 % 、その他のサ一ボ信号特性を満足する必要がある。一方、R W – D V D の場合には、再生互換をとるためにには変調度 5 5 ~ 7 0 % という高変調度を始めとして反射率 1 8 ~ 3 0 % 、その他のサ一ボ信号特性を満足する必要がある。

また、2 4 m / s 以上の高線速におけるオーバーライト可能な C D – R W 、R W – D V D が未だ実現できない第二の理由は、C D – R W 規格又は R W – D V D 規格ではかなり厳密な記録パルスストラテジー（パルス分割方法）が規定されて

いるためである。

すなわち、CD-RW規格オレンジブック・パート3には、図1に示す記録パルスストラテジーが規定されている。従って現在実用化されている記録装置では、上記記録パルスストラテジー発生用IC回路を用いているのが実情である。従つて、現在実用化されている記録装置では、上記記録パルスストラテジー又はこれを若干変更した記録パルスストラテジーをもって、1倍速から8～10倍速までの広範囲な線速度の記録を行わなければならない。

書き換え型DVDの規格である、DVD-RWやDVD+RWでも、同様の記録ストラテジーが規定されている。これら記録ストラテジーの特徴は、nTマーク長の非晶質マークをn-1個の記録パルスと冷却パルス（オフパルス）に分割して記録することである。このため、これら記録ストラテジーでは、一対の記録パルスと冷却パルスの繰り返し平均周期が約1Tとなっている。

図1(a)はEFM変調された3T～11Tの時間的長さを有するデータ信号であり、図1(b)は、該データ信号に基づいて発生される実際の記録光のレーザーパワーである。Pwは記録層を溶融させ急冷によって非晶質マークを形成するための記録パワー、Peは非晶質マークを結晶化によって消去するための消去パワーであり、通常、バイアスパワーPbは再生光の再生パワーPrとほぼ同じである。記録パワーPw照射区間を記録パルス、バイアスパワー照射区間をオフパルスと称する。

EFM+変調の場合においては、上記3～11Tの時間的長さを有するデータ信号に14Tの時間的長さを有するデータ信号が加わる。

ここで、上記記録ストラテジーでは、記録パルスとオフパルスの繰り返しの周期が基本的に、基準クロック周期Tで一定である。基準クロック周期Tは、高線速記録では、線速度に比例して高周波数化される。

CDの1倍速基準速度では、 $T = 231\text{ nsec}$ であるが、24倍速では $T = 9.6\text{ nsec}$ 、32倍速では $T = 7.2\text{ nsec}$ である。従つて、24倍速以上の高線速記録において図1に示す記録パルスストラテジーを用いる場合、図1における分割された記録パルス及びオフパルスの時間幅は、上記高速記録に伴う高周波数化により、5nsec未満となる。

一方、DVDの1倍速基準速度では、 $T = 38.2\text{ nsec}$ であるが、6倍速

では、 $T = 6.4 \text{ nsec}$ 、8倍速では $T = 4.8 \text{ nsec}$ である。従って、6倍速以上の高線速度記録においては、図1における分割された記録パルス及びオフパルスの時間幅は、このような高速記録に伴う高周波数化により、 3 nsec 以下となる。

ところで、通常記録パワーのレーザー光照射では、立ち上がり立下りに $1 - 3 \text{ nsec}$ は要する。このため、このような高周波においては、上記立ち上がり立下り時間が無視できなくなり、記録パルス区間の長さ及びオフパルス区間の長さは、実質的にはさらに短くなり、 5 nsec （CD-RWの場合）又は 3 nsec （RW-DVDの場合）を大幅に下回ることとなる。この際、記録パルスにおける加熱は不十分となり、必要とされる記録パワーが急激に高くなる。一方、オフパルス区間の冷却も不十分となるために、非晶質化に必要な冷却速度が得られなくなる。また、高線速記録のために、CD-RW又はRW-DVDの記録層には、一般に消去速度すなわち結晶化速度の速い材料を用いる。従って、上記オフパルス区間における冷却速度の不足は、いったん溶融された領域の再結晶化を招く。

従って、図1に示す記録パルスストラテジーでは、CD-RWにおける24倍速以上の高速記録、又はRW-DVDにおける6倍速以上の高速記録を行うことは非常に困難となる。

本発明者らの一部は、すでに、このような問題を解決するために、記録パルスとオフパルスとの繰り返しの周期を2Tベースとする分割方法により、CDの16倍速、DVDの5倍速でのオーバーライト記録を実現した（特開2001-31936号公報）。しかしながら、このような2Tベースの分割方法を用いてもなお、CDの24倍速以上又はDVDの6倍速以上では、上記した通り、高線速記録のための高い結晶化速度を有する材料を用いる必要がある一方で、このような材料を用いると、冷却速度が不足することによる再結晶化現象がよりいっそう深刻となるのである。

本発明の目的は、概ね 20 m/s 以上の高速記録に用いる書き換え型光記録媒体及びその記録方法を提供することにある。

本発明の具体的な目的は、24倍速以上の高線速記録に用いるCD-RW及びその記録方法を提供することにある。より具体的には、CD-RWでは、記録層

が非晶質の状態を記録マークとし、E F M変調による（即ちデータの基準クロック周期Tに対して3 Tから11 Tまでの時間的長さのマーク長及びマーク間長さの組み合わせによる）マーク長記録を行うことにより、記録信号フォーマットについてはC Dと再生互換を有する書き換え型媒体とその記録方法を提供することにある。

本発明の具体的な目的は、6倍速以上の高線速記録に用いる書き換え型D V D記録媒体及びその記録方法を提供することにある。より具体的には、記録層が非晶質の状態を記録マークとし、E F M + 変調による、即ちデータの基準クロック周期Tに対して3 Tから14 Tまでの時間的長さのマーク長及びマーク間長さの組み合わせによるマーク長記録を行うことにより、記録信号フォーマットについてはD V Dと再生互換を有する書き換え型媒体とその記録方法を提供することにある。

発明の開示

本発明の第1の要旨は、案内溝が形成された基板と相変化型記録層とを有しており、該相変化型記録層の結晶状態の部分を未記録・消去状態に対応させ、該相変化型記録層の非晶質状態の部分を記録状態に対応させて、記録光を照射することにより該記録状態に対応する非晶質マークを形成させる書き換え型光記録媒体において、

線速度 1.2 m/s を基準速度（1倍速） V_1 とし、

基準速度の24倍速の線速度 $V = 24V_1$ 、又は32倍速の線速度 $V = 32V_1$ のいずれか一つを選び、

基準クロック周期Tが $VT = V_1T_1$ （ただし、 T_1 は 231 nsec である）であるように保ちながらE F M変調された信号を下記記録方式C D 1 - 1又は記録方式C D 1 - 2の条件内の1つの記録方式で10回オーバーライト記録した後に、

1倍速での再生によって得られる記録信号のアイパターンの変調度 m_{11} が60%～80%であり、記録信号のアイパターンの反射率の上端値 R_{top} が15%～25%であり、且つ各マーク長及び各マーク間のジッタが35 nsec以下、

となることを特徴とする書き換え型光記録媒体に存する。

記録方式 C D 1 - 1 ;

波長 780 nm の光を、開口数 N A が 0.5 の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを n T (n は 3 から 11 までの整数)としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P e を照射し、

n = 2 m (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ (n - j) T、(j は -2.0 ~ 2.0 なる実数) を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4$ 、 $\alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は 2 ~ m - 1 の整数であり、 α_1 はかかる i によらず 0.7 ~ 1.2 の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は 3 ~ m - 1 の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3$ 、 $\alpha_m = 0.7 \sim 1.2$ 、 $\beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

n = 2 m + 1 (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ (n - k) T、(k は -2.0 ~ 2.0 なる実数) を、

$$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha'_1 = \alpha_1$ 、 $\beta'_1 = \beta_1 + \Delta_1$ ($\Delta_1 = 0.3 \sim 0.6$)、 $\alpha'_i = \alpha_c$ (i = 2 ~ m - 1 の整数)、 $\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2$ (i は 3 ~ m - 1 の整数)、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.3 \sim 0.6$ 、 $\beta'_m = \beta_m$ の順に、 $\sum_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P w の記録光 (ただし、P w は 20 ~ 40 mW であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、1 mW 未満のバイアスパワー P b の記録光を照射する。

さらに、m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1)$ 、 α_c 、 $\beta_m (= \beta'_m)$ 、 β_1 、 Δ_1 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 α_1, α_1' 、 α_2, α_2' 、 β_2, β_2' をそれぞれ m が3の場合の α_1, α_1' 、 α_3, α_3' 、 β_3, β_3' と等しくするとともに、 β_1 を m が3の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β_1' を m が3の場合の β_1' 又は β_2' のいずれかと等しくする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1', T とバイアスパワー照射区間 β_1', T からなる記録光の照射を行う。

記録方式 CD 1 - 2 ;

波長 780 nm の光を、開口数 NA が 0.5 の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT (n は 3 から 11 までの整数)としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、(j は -2.0 ~ 2.0 なる実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4, \alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は 2 ~ $m-1$ の整数であり、 α_i はかかる i によらず $0.7 \sim 1.2$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は 3 ~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.7 \sim 1.2, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n-j$ となるように分割し、

$n = 2m+1$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、(k は -2.0 ~ 2.0 なる実数) を、

$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$

からなる m 個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1, \beta_1' = \beta_1, \alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ (i は 3 ~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.5 \sim 1.2, \beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\sum_i (\alpha_i' + \beta_i') = n-k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は 20 ~ 40 mW あり、

$P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_{i'} T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 $\beta_1 (= \beta_1')$ 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m' は m によらず一定である。また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m = 3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2, \beta_2', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。

本発明の第 2 の要旨は、案内溝が形成された基板と相変化型記録層とを有しており、該相変化型記録層の結晶状態の部分を未記録・消去状態に対応させ、該相変化型記録層の非晶質状態の部分を記録状態に対応させて、記録光を照射することにより該記録状態に対応する非晶質マークを形成させる書き換え型光記録媒体において、

線速度 3.49 m/s を基準速度 (1 倍速) V_1 とし、

基準速度の 6 倍速の線速度 $V = 6 V_1$ 、8 倍速の線速度 $V = 8 V_1$ 、10 倍速の線速度 $V = 10 V_1$ 、及び、12 倍速の線速度 $V = 12 V_1$ のいずれか一つを選び、

基準クロック周期 T が $V T = V_1 T_1$ (ただし、 T_1 は 38.2 nsec である) であるように保ちながら EFM + 変調された信号を下記記録方式 DVD 1-1 又は記録方式 DVD 1-2 の条件内の 1 つの記録方式で 10 回オーバーライト記録した後に、

1 倍速での再生によって得られる記録信号のアイパターーンの変調度 m_{14} が $5.5 \sim 8.0\%$ であり、記録信号のアイパターーンの反射率の上端値 R_{top} が $18 \sim 30\%$ であり、且つ再生信号のクロックジッタが 1.5% 以下、

となることを特徴とする書き換え型光記録媒体に存する。

記録方式 DVD 1-1；

波長 650 nm の光を、開口数 NA が 0.65 の光学系を介して照射する。

この際、1 つの非晶質マークの時間的長さを nT (n は $3 \sim 11$ の整数と 14) としたとき、

記録マーク間に対しても、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、
 $n = 2m$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j) T$ 、 (j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4, \alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は $2 \sim m-1$ の整数であり、 α_i はかかる i によらず $0.7 \sim 1.2$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.7 \sim 1.2, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k) T$ 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha'_1 = \alpha_1, \beta'_1 = \beta_1 + \Delta_1$ ($\Delta_1 = 0.3 \sim 0.6$)、 $\alpha'_i = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.3 \sim 0.6, \beta'_m = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $1.0 \sim 4.0 \text{ mW}$ であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1), \alpha_c, \beta_m (= \beta'_m), \beta_1, \Delta_1, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m$ は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha'_1, \alpha_2, \alpha'_2, \beta_2, \beta'_2$ をそれぞれ m が 3 の場合の $\alpha_1, \alpha'_1, \alpha_3, \alpha'_3, \beta_3, \beta'_3$ と等しくするとともに、 β_1 を m が 3 の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β'_1 を m が 3 の場合の β'_1 又は β'_2 のいずれかと等しくする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1' , T とバイアスパワー照射区間 β_1' , T からなる記録光の照射を行う。

記録方式 D V D 1 - 2 ;

波長 650 nm の光を、開口数 NA が 0.65 の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT (n は 3 ~ 11 の整数と 14) としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、(j は -2.0 ~ 2.0 なる実数) を、

$\alpha_1T, \beta_1T, \alpha_2T, \beta_2T, \dots, \alpha_mT, \beta_mT$,

からなる m 個の α_iT と β_iT とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4, \alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は 2 ~ $m-1$ の整数であり、 α_i はかかる i によらず $0.7 \sim 1.4$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は 3 ~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.7 \sim 1.2, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n-j$ となるように分割し、

$n = 2m+1$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、(k は -2.0 ~ 2.0 なる実数) を、

$\alpha_1'T, \beta_1'T, \alpha_2'T, \beta_2'T, \dots, \alpha_m'T, \beta_m'T$,

からなる m 個の $\alpha_i'T$ と $\beta_i'T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1, \beta_1' = \beta_1, \alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ (i は 3 ~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.5 \sim 1.2, \beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i') = n-k$ となるように分割し、

α_iT および $\alpha_i'T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は 1.0 ~ 4.0 mW であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

β_iT および $\beta_i'T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 $\beta_1 (= \beta_1')$ 、 α_c 、

β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m ’はmによらず一定である。また、 $m=2$ ($n=4$ 、 5) の場合には、 α_1 、 α_1 ’、 β_1 、 β_1 ’、 α_2 、 α_2 ’、 β_2 、 β_2 ’をそれぞれ $m=3$ の場合の α_1 、 α_1 ’、 β_2 、 β_2 ’、 α_3 、 α_3 ’、 β_3 、 β_3 ’と等しくする。

$m=1$ ($n=3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1 ’Tとバイアスパワー照射区間 β_1 ’Tからなる記録光の照射を行う。

本発明の第3の要旨は、書換え型光記録媒体に対して、情報を複数の記録マーク長及び記録マーク間長により記録するにあたり、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の光を照射して記録マーク間を形成するとともに、

一つの記録マークの時間的長さを nT (T は基準クロック周期)としたときに、

$n=2m$ (m は1以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ (j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

α_1T 、 β_1T 、 α_2T 、 β_2T 、……、 α_mT 、 β_mT 、

からなる m 個の α_iT と β_iT からなる区間 (ただし $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$) に分割し、

$n=2m+1$ (m は1以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$\alpha_1' T$ 、 $\beta_1' T$ 、 $\alpha_2' T$ 、 $\beta_2' T$ 、……、 $\alpha_m' T$ 、 $\beta_m' T$ 、

からなる m 個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ からなる区間 (ただし、 $\sum_i (\alpha_i' + \beta_i') = n - k$) に分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の光を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、バイアスパワー P_b の光を照射することによって、時間的長さ nT の記録マークを形成する書換え型光記録媒体への記録方法であって、

$m \geq 3$ では、

$n=2m$ の記録マークにおいては、 nT マークの開始時間を T_0 とするとき、

(i) T_0 から遅延時間 $T_{d1}T$ 後に α_1T が発生された後、

(ii) $i=2 \sim m$ においては、 $\beta_{i-1} + \alpha_i$ が概ね周期2 (但し、 $i=2$ 及び

/又は $i = m$ における $\beta_{i-1} + \alpha_i$ は、 ± 0.5 の範囲で概ね周期 2 からずらしてもよい。また、 $m \geq 4$ の場合、 $i = 3 \sim m - 1$ においては β_{i-1} 及び α_i は、それぞれ一定値 β_c 及び α_c をとる。) を保ちながら、 $\beta_{i-1} T$ 及び $\alpha_i T$ がこの順に交互に発生された後、

(i i i) $\beta_m T$ が発生され、

$n = 2m + 1$ の記録マークにおいては、 $n T$ マークの開始時間を T_0 とするとき、

(i) T_0 から遅延時間 T_{d1}' T 後に α_1' T が発生された後、

(i i) $i = 2 \sim m$ においては、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ が概ね周期 2 (但し、 $i = 2$ 及び / 又は $i = m$ における $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ は、 ± 2 の範囲で概ね周期 2 からずらしてもよい。また、 $m \geq 4$ の場合、 $i = 3 \sim m - 1$ においては β_{i-1}' 及び α_i' は、それぞれ一定値 β_c 及び α_c をとる。) を保ちながら、 $\beta_{i-1}' T$ 及び $\alpha_i' T$ がこの順に交互に発生された後、

(i i i) $\beta_m' T$ が発生され、

同一の m における、 $n = 2m$ の記録マーク及び $n = 2m + 1$ の記録マークにおいて、 $T_{d1} = T_{d1}'$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $\beta_1 = \beta_1'$ 、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とし、かつ (β_{m-1} と β_{m-1}') 又は (β_m と β_m') の一組以上が異なる値をとることを特徴とする書換え型光記録媒体への記録方法に存する。

尚、本発明において、「□が○～△の範囲」と記載する場合、これは「○≤□≤△」を意味する。

図面の簡単な説明

図 1 は、従来の記録パルス分割方法の一例の説明図

図 2 は、E F M 変調信号の再生波形 (アイパターン) の模式図

図 3 は、記録パルス分割方法の説明図

図 4 は、様々な記録線速度における非晶質形成及び再結晶化過程に対する、反射層の放熱効果、記録層組成、及び記録方法の影響の説明図

図 5 は、本発明の記録方法による記録パルス分割方法の一例の説明図

図 6 は、本発明記録方法に用いられる記録装置の概念図

図 7 は、所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、G e S b T e 系記録

層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 8 は、他の所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、GeSbTe 系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 9 は、他の所定の記録方式で 10 倍速記録を行ったときの、GeSbTe 系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 10 は、所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、GeSbTe 系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図 11 は、他の所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、GeSbTe 系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図 12 は、他の所定の記録方式で 10 倍速記録を行ったときの、GeSbTe 系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図 13 は、他の所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、InGeSb 系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 14 は、他の所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、InGeSb 系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 15 は、他の所定の記録方式で 10 倍速記録を行ったときの、InGeSb 系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 16 は、記録パルス分割方法の説明図

図 17 は、記録パルス分割方法の決定方法

図 18 は、他の所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、SnGeSb 系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 19 は、他の所定の記録方式で 10 倍速記録を行ったときの、SnGeSb 系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 20 は、他の所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、SnGeSb 系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図 21 は、他の所定の記録方式で 10 倍速記録を行ったときの、SnGeSb 系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図 22 は、他の所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの、SnGeSb 系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図 23 は、他の所定の記録方式で 10 倍速記録を行ったときの、SnGeSb

系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図24は、他の所定の記録方式で24倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図25は、他の所定の記録方式で10倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図26は、他の所定の記録方式で32倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図27は、他の所定の記録方式で24倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図28は、他の所定の記録方式で10倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図29は、他の所定の記録方式で32倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図30は、他の所定の記録方式で24倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図31は、他の所定の記録方式で10倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図32は、他の所定の記録方式で32倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図33は、他の所定の記録方式で24倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図34は、他の所定の記録方式で10倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図35は、他の所定の記録方式で32倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体の光記録特性を示すデータ

図36は、他の所定の記録方式で24倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図37は、他の所定の記録方式で10倍速記録を行ったときの、S n G e S b系記録層を有する光記録媒体のオーバーライト繰り返し特性を示すデータ

図38は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-24倍速で記録を行ったと

きの、各線速での記録特性を示すデータ

図39は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-24倍速で記録を行ったときの、各線速でのオーバーライト特性データ

図40は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-32倍速で記録を行ったときの、各線速での記録特性を示すデータ

図41は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-32倍速で記録を行ったときの、各線速でのオーバーライト特性データ

図42は、nが4以上の場合における各種パラメータの線速度依存性を表すデータ

図43は、n=3の場合における、各種パラメータの線速度依存性を表すデータ

図44は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-24倍速で記録を行ったときの、各線速での記録特性を示すデータ

図45は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-24倍速で記録を行ったときの、各線速でのオーバーライト特性データ

図46は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-32倍速で記録を行ったときの、各線速での記録特性を示すデータ

図47は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-32倍速で記録を行ったときの、各線速でのオーバーライト特性データ

図48は、同一媒体上に様々な記録方式で記録を行ったときの記録特性を示すデータの一例

図49は、同一媒体上に様々な記録方式で記録を行ったときのオーバーライト特性データの一例

図50は、同一媒体上に様々な記録方式で記録を行ったときの記録特性を示すデータの他の一例

図51は、同一媒体上に様々な記録方式で記録を行ったときのオーバーライト特性データの他の一例

図52は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-24倍速で記録を行ったときの、各線速での記録特性を示すデータ

図53は、他の所定の記録方式で同一媒体上に8-24倍速で記録を行ったと

きの、各線速でのオーバーライト特性データ

図 5 4 は、他の所定の記録方式で同一媒体上に 8 - 24 倍速で記録を行ったときの、各線速での記録特性を示すデータ

図 5 5 は、他の所定の記録方式で同一媒体上に 8 - 24 倍速で記録を行ったときの、各線速でのオーバーライト特性データ

図 5 6 は、他の所定の記録方式で同一媒体上に 8 - 24 倍速で記録を行ったときの、各線速での記録特性を示すデータ

図 5 7 は、他の所定の記録方式で同一媒体上に 8 - 24 倍速で記録を行ったときの、各線速でのオーバーライト特性データ

図 5 8 は、反射層が異なる 2 種類の書き換え型光記録媒体に対して、他の所定の記録方式で 24 倍速記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 5 9 は、反射層が異なる 2 種類の書き換え型光記録媒体に対して、他の所定の記録方式で 8 倍速記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 6 0 は、同一媒体上に、8 倍速から 32 倍速までの記録線速度で記録を行ったときの記録特性を示すデータの他の一例

図 6 1

同一媒体上に、8 倍速から 32 倍速までの記録線速度で記録を行ったときのオーバーライト特性データの他の一例

図 6 2 は、本発明の記録方法の一例を用いて 10 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 6 3 は、本発明の記録方法の一例を用いて 10 倍速で記録を行ったときのオーバーライト特性データ

図 6 4 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体 (R W-D V D) 上に 6 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 6 5 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体 (R W-D V D) 上に 2.5 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 6 6 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体 (R W-D V D) 上に 6 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 6 7 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体 (R W-D V D) 上に 2.5 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 6 8 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体（R W – D V D）上に 8 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 6 9 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体（R W – D V D）上に 3 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 7 0 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体（R W – D V D）上に 10 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 7 1 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体（R W – D V D）上に 12 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

図 7 2 は、他の所定の記録方式で本発明の書き換え型光記録媒体（R W – D V D）上に 4 倍速で記録を行ったときの記録特性を示すデータ

発明の実施の形態

1. 媒体の特性について

1 – 1. C D – R W の場合

本発明を C D – R W に適用する場合においては、記録光による光スポットの媒体に対する速度である線速度として $1.2 \text{ m/s} \sim 1.4 \text{ m/s}$ 、特に 1.2 m/s を基準速度 : V_1 、即ち 1 倍速とする。

まず、本発明の第 1 及び第 2 の要旨に係るディスクについて説明する。

本発明の書換え型光記録媒体は、通常円盤状である。そして相変化型記録層の結晶状態の部分を未記録状態・消去状態とし、非晶質状態の部分を記録状態とする。記録される情報は、レーザー光などの記録光を照射し非晶質マークを形成することにより、E F M 変調された信号からなる。媒体の基板には通常螺旋状の溝が形成される。また、非晶質マークは通常溝内に形成される。ここで、溝とは、基板面上に形成された光ビーム案内用の凹形状の底部であり、記録再生光入射側から見て近い方の面を言う。該溝は、好ましくは 1 倍速に換算したときに 22.05 kHz となる搬送周波数を基準とする周波数で半径方向に蛇行（ウォブル）しており、このような溝をウォブル溝と呼ぶ。そして、上記搬送周波数が $\pm 1 \text{ kHz}$ の周波数で周波数変調され、この微妙な周波数変化により、ディスク上のアドレス情報が絶対時間情報として組み込まれている。このような絶対時間情報は A T I P (A b s o l u t e T i m e I n P r e - g r o o v e) 信号と

呼ばれる。

このウォブル溝は、CLVモードで、CDの1倍速の線速でスタンパー上に形成したのち、このスタンパーをもとに基板を射出成形することで形成することができる。記録容量を高めるため、通常搬送周波数が線速 1.2 m/s ($\pm 0.1 \text{ m/s}$ の範囲で許容)において 22.05 kHz となるようにウォブル溝は形成される。

データを記録する際には、基準クロック周期Tが基準となり、この整数倍の長さを有する様々な時間的長さのマーク及びスペース（マーク間）を形成することでデータを記録する。EFM変調においては通常時間的長さ $3T \sim 11T$ のマークが形成される。また、基準クロック周期Tは記録線速に反比例して変化させるのが通常である。

基準クロック周期Tの逆数は基準クロック周波数と呼ばれ、CDの1倍速（線速度 $1.2 \text{ m/s} \sim 1.4 \text{ m/s}$ ）における基準クロック周波数は、データの1チャネルビットに相当し、通常 4.3218 MHz である。この基準クロック周波数は、上記ウォブルの基準周波数 22.05 kHz のちょうど196倍となっている。

1倍速における基準クロック周期Tは通常 $1 / (4.3218 \times 10^6) = 231 \times 10^{-9}$ (秒) = 231 (ナノ秒) となる。

以下の説明では、特に断わりのない限り基準クロック周期Tと線速Vとの積VTは線速によらず一定とする。

図2(a)に、CD-RWをはじめとするCDファミリーで用いられるEFM変調信号の再生波形（アイパターン）の模式図を示す。アイパターンには、3Tから11Tのすべての非晶質マーク及び結晶状態のスペースの再生波形が実質的にランダムに含まれている。再生波形は、反射光強度を電圧信号として取り出しオシロスコープ上で観察した波形である。この際、再生信号は直流成分を含んでいる。

アイパターンの上端 $I_{t_0,p}$ を入射光に対する反射率に換算したものがスペースに対応する反射率の上端値 $R_{t_0,p}$ であり、アイパターンの振幅（实际上は、11Tマークの振幅） I_{11} を $I_{t_0,p}$ で規格化したものが下記式(1)で表される記録信号のアイパターンの変調度 m_{11} （本明細書においては、 m_{11} を単に変調度と

いう場合がある。) である。

$$m_{11} = I_{11} / I_{top} \times 100 (\%) \quad (1)$$

本発明においては、変調度 m_{11} は60%以上80%以下とする。変調度は光学的分解能に依存するのでNAが大きな光学系では大きく見える傾向があるため、本発明においては波長約780nmのレーザー光を、開口数NA=0.5の光学系を通して照射し記録する際の変調度 m_{11} とする。ただし波長は厳密に780nmである必要はなく、775~795nm程度の範囲にあれば良い。

信号振幅 I_{11} は大きいほうが好ましいが、大きすぎると信号再生系のアンプのゲインが極端に飽和してしまうため m_{11} の上限は80%、好ましくは78%、さらに好ましくは75%程度である。一方、小さすぎると信号体雑音比(S/N比)が低下してしまうため、下限は60%、好ましくは62%、さらに好ましくは65%程度である。また、 R_{top} は15~25%、好ましくは15~20%、さらに好ましくは16~19%の範囲とする。さらに、下記式(2)

$$Asym = (I_{slice} / I_{11} - 1 / 2) (\%) \quad (2)$$

で定義されるアシンメトリー値Asymは、できるだけ0付近にあることが望ましいが、通常は±10%の範囲である。ここで、 I_{slice} は、図2(a)におけるIの中心線2001と包絡線の底辺2002との間の電圧差であり、 I_{11} は包絡線(envelope)の上辺2003と底辺2002との間の電圧値である。

EFM変調に用いられる3T~11Tの各マーク長及びスペース長のジッタ(jitter)、及びデビエーション(deviation)は、以下のように決められる。すなわち、3T~11Tの各マーク長及びスペース長のデビエーション(deviation)は、図2(a)における再生信号を高域通過フィルタを通過させてRF成分を取り出した後に、信号振幅の実質的な中心値となるゼロレベルを閾値としてDCスライスして得られる、マーク長あるいはスペース長の平均値の所定値(nT:n=3~11)からのずれ(デビエーション)であり、ジッタ(jitter)は、その標準偏差(ジッター)である。詳細な測定方法は、CD規格であるレッドブック、CD-RW規格であるオレンジブックや、「CDファミリー」(オーム社発行、平成8年4月25日)で規定されている。本発明においては、ジッタについては、1倍速(基準クロック周期231ナノ秒)で再生したときのジッタ値が35ナノ秒以下、好ましくは30ナノ秒以下、さらに

好ましくは 25 ナノ秒以下とする。

なお、通常 3T のマーク長もしくはスペース長のジッタが 3T ~ 11T の中最も悪い値となることが多い。さらに、3T スペース長ジッタが 3T マーク長ジッタより悪い値となることが多い。

本発明においては、デビエーションは通常 3T で ±40 ナノ秒以下、11T で ±60 ナノ秒以下とする。なお、4T ~ 10T に対しては、通常 3 及び 11T に対する規定である ±40 ナノ秒以下及び ±60 ナノ秒以下を補完して得られる値となる。いずれにせよ、デビエーションは、概ね基準クロック周期 T の ±20% 程度以内であればよい。

なお、記録後の信号の品質に関しては、基本的に現行の規格と同様の特性を満たすのが好ましい。詳細には、オレンジブック・パート 3 に記載された内容を満足するのが好ましい。

変調度 m_{11} 、反射率の上端値 R_{t_0} 及びジッターを上記の値とすることにより、従来の CD-RW 規格と互換性を維持しつつ、24 倍速以上のような高速記録された媒体を、既存の CD-RW 対応の再生系で再生することができる。

本発明の書き換え型光記録媒体において好ましいのは、24 倍速の線速度での記録において、3T マーク（時間的長さ 3T を有するマーク。ただし T はデータ基準クロック周期）と 3T スペース（時間的長さ 3T を有するマーク間部）とかなる单一周期信号を記録後、11T マーク（時間的長さ 11T を有するマーク）と 11T スペース（時間的長さ 11T を有するマーク間部）とかなる单一周期信号をオーバーライトしたときの 3T マークの消去比が 20dB 以上とすることである。上記消去比は、より好ましくは 25dB 以上とする。また、好ましくは、32 倍速においても、上記消去比を 20dB 以上、好ましくは 25dB 以上とする。高線速での消去比が高い媒体ほど非晶質マーク消去時の再結晶化速度が速く、より高線速で EFM 信号のオーバーライトが可能である。例えば、32 倍速における上記消去比を 20dB 以上としておけば、24 倍速で使用した際に良好な特性が得られるのは勿論、24 倍速以下で使用した際にも良好な特性が得られる。ここで、3T マークと 3T スペース（マーク間）からなる单一周期信号を記録、及び 11T マークと 11T スペースからなる单一周期信号をオーバーライトするにおいては、後述の記録方式 CD1-1、1-2 の記録方式を用いる。すなわち、

3 Tマークと3 Tスペース（マーク間）からなる单一周期信号を記録するにあたっては、3 Tマークを1個の記録パルス P_w と後続のオフパルス P_b ($0 < P_b < 1 \text{ mW}$) からなる記録パワーで記録し、他の区間では消去パワー P_e を照射する。 P_w は記録層を溶融するためのパワーであり、 P_b は P_w 照射後、溶融領域を急冷して非晶質化させるための冷却パワーである。11 Tマークと11 Tスペースからなる单一周期信号をオーバーライトするにあたっては、11 Tマークを5個の記録パルス P_w と個々の P_w に付随するオフパルス P_b ($0 < P_b < 1 \text{ mW}$) からなる記録パワーの繰り返しで記録し、他の区間では消去パワー P_e を照射する。3 Tデータ及び11 Tデータのオーバーライトにおいては、同一の P_e 及び P_w を使用し、 P_e / P_w を $0.2 \sim 0.6$ の範囲で一定としながら、 P_e を変化させて消去比の P_e 依存性を測定し、いずれかの P_e において、消去比が 20 dB 以上、好ましくは 25 dB 以上となることを確認する。消去比は、11 Tデータのオーバーライトの前後における3 Tデータのキャリアレベルの低下率をdB単位で測定したものである。

いずれの場合にも、同一溝内への記録を行い、通常は、1周分の溝に記録を行う。

オーバーライトを行う線速度範囲の上限における消去比が十分な値であれば、消去比が低線速側で不足することはない。線速 V で移動する開口数 N_A の対物レンズで集光された波長 λ の光ビームで記録層が照射される時間は、 $\lambda / (N_A \cdot V)$ で規格化されるから、低線速ほど照射時間は長くなり再結晶化に要する時間を十分確保できるからである。

なお、3 Tマーク及び11 Tマークをオーバーライトしてオーバーライト消去比を測定する場合の記録方式は、後述の記録方式CD 1-1、1-2、及び1-3のいずれかを用いることができるが、特に記録方式CD 1-3を用いることが好ましい。記録方式CD 1-3を用いる場合、消去比の測定においては、特にジッタの低い記録条件を用いる必要はないから、11 Tマークの記録に際しては、 $\beta_m' = 0.5$ の暫定値を使用してかまわない。

なお、消去比の測定方法において、消去パワー P_e を直流（direct current、DC）的に照射しながら、記録済みのマークのキャリアレベルの低減率をデシベル値にて測定する場合があり、これをDC消去率という。DC

消去率の測定では、 P_e を可変として最大の消去比が得られる場合の消去比を用いる。前述のオーバーライト消去比に比べて、1-2 dB程度高い値となる場合があるが、このような補正值を考慮すれば、オーバーライト消去率測定をDC消去率測定によって代替することも可能である。

また、あらかじめ記録された記録信号のジッタが1倍速再生において35 ns/sec(ナノ秒)に達するまでの時間を該記録媒体のアーカイバル寿命とするとき、温度80°C、相対湿度85%におけるアーカイバル寿命が200時間以上であること、より好ましくは500時間以上が望ましい。

さらに、本発明においては、上記特性を満足するために、より短時間で評価可能な条件として105°C以上での加速試験を適用し、変調度 m_{11} 及び、結晶状態の反射率の上端値 R_{top} (本明細書においては、単に R_{top} という場合がある。)のいずれもが、温度105°Cの加速試験環境下で3時間後もその初期値の好ましくは80%以上を維持し、より好ましくは90%以上を維持する。これは、現在市販されている1-4倍速対応のCD-RWがこの要件を満足するからである。特に上記加速試験後の m_{11} が、初期値の好ましくは80%以上を維持し、より好ましくは90%以上を維持するようにすれば、後述の記録層の結晶化温度を、概ね150°C以上とすることができるようになる。

本発明における、線速又は線速度V(この段落ではVは24倍速又は32倍速の線速度を示す。)における変調度 m_{11} 、 R_{top} 、各マーク及びマーク間のジッター、デビエーション、アシンメトリー値、消去比等の規定は、線速1.2 m/sを基準速度(1倍速)V₁としたとき、線速Vにおいて、データ基準クロック周期Tが $V T = V_1 T_1$ (ただし、 T_1 は231 ns/secである)であるように保ちながらEFM変調された信号を下記記録方式CD1-1又は記録方式CD1-2いずれかの条件内のある1つの記録方式で10回オーバーライト記録した後に、1倍速での再生によって得られる記録信号から与えられる。

記録方式CD1-1；

波長780 nmの光を、開口数NAが0.5の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さをnT(nは3から11までの整数)としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j) T$ 、 (j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4, \alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は $2 \sim m-1$ の整数であり、 α_i はかかる*i*によらず $0.7 \sim 1.2$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.7 \sim 1.2, \beta_m = 0 \sim 2$ 、の順に、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k) T$ 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha'_1 = \alpha_1, \beta'_1 = \beta_1 + \Delta_1$ ($\Delta_1 = 0.3 \sim 0.6$)、 $\alpha'_i = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.3 \sim 0.6, \beta'_m = \beta_m$ の順に、 $\sum_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $20 \sim 40$ mWであり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、1 mW未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1), \alpha_c, \beta_m (= \beta'_m), \beta_1, \Delta_1, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m$ は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha'_1, \alpha_2, \alpha'_2, \beta_2, \beta'_2$ をそれぞれ m が3の場合の $\alpha_1, \alpha'_1, \alpha_3, \alpha'_3, \beta_3, \beta'_3$ と等しくするとともに、 β_1 を m が3の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β'_1 を m が3の場合の β'_1 又は β'_2 のいずれかと等しくする (但し、 $\pm 10\%$ 程度のずれは許容するものとする)。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1' T とバイアスパワー照射区間 β_1' T からなる記録光の照射を行う。

記録方式 CD 1 - 2 ;

波長 780 nm の光を、開口数 NA が 0.5 の光学系を介して照射する。

この際、1 つの非晶質マークの時間的長さを nT (n は 3 から 11 までの整数) としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、(j は -2.0 ~ 2.0 なる実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4, \alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は 2 ~ $m-1$ の整数であり、 α_i はかかる i によらず $0.7 \sim 1.2$ の間の一一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は 3 ~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.7 \sim 1.2, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n-j$ となるように分割し、

$n = 2m+1$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、(k は -2.0 ~ 2.0 なる実数) を、

$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$

からなる m 個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1, \beta_1' = \beta_1, \alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ (i は 3 ~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.5 \sim 1.2, \beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i') = n-k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は 2.0 ~ 4.0 mW であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_i' T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 $\beta_1 (= \beta_1')$ 、 α_c 、

β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m ’はmによらず一定である。また、 $m=2$ ($n=4$ 、 5) の場合には、 α_1 、 α_1 ’、 β_1 、 β_1 ’、 α_2 、 α_2 ’、 β_2 、 β_2 ’をそれぞれ $m=3$ の場合の α_1 、 α_1 ’、 β_2 、 β_2 ’、 α_3 、 α_3 ’、 β_3 、 β_3 ’と等しくする（但し、±10%程度のずれは許容するものとする）。

$m=1$ ($n=3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1 ’Tとバイアスパワー照射区間 β_1 ’Tからなる記録光の照射を行う。

なお、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i)$ 等は、iに関して1～mまでの和をとることを意味する。

本発明においては、上記基準線速の24倍速又は32倍速で書き換え可能なCD-RWディスクにおいては、基準線速の8倍速、10倍速、12倍速、16倍速又は20倍速の少なくともいずれか一つの線速においても、変調度 m_{11} 、 R_{top} 、各マーク及びマーク間のジッター、デビエーション、アシンメトリー値、消去比の値が上記数値範囲となるようにするのが好ましい。

さらに、上記基準速度の8倍速、10倍速、12倍速、16倍速、及び20倍速のいずれか少なくとも一つの線速度を V_{min} とし、基準速度の24倍速又は32倍速を V_{max} とした場合に、 V_{min} と V_{max} との間の全ての線速度Vにおいても、変調度 m_{11} 、 R_{top} 、ジッター、デビエーション、アシンメトリー値、消去比の値が前記数値範囲となるようにするのが好ましい。これにより、後述のP-CAV又はCAV方式での記録が可能となる。

ここで、8倍速、10倍速、12倍速、16倍速又は20倍速における変調度 m_{11} 、 R_{top} 、ジッター、デビエーション、アシンメトリー値、消去比等の規定は、以下のようにして測定される。すなわち、線速1.2m/sを基準速度(1倍速)V₁としたとき、基準速度の8倍速(8V₁)、10倍速(10V₁)、12倍速(12V₁)、16倍速(16V₁)、又は20倍速(20V₁)のいずれか一つにおいて、データ基準クロック周期TがVT=V₁T₁(ただし、T₁は231nsecであり、Vは、10V₁、12V₁、16V₁、及び20V₁のいずれかである。)であるように保ちながらEFM変調された信号を下記記録方式CD2-1乃至は2-2のいずれかの条件内の一つの記録方式で10回オーバーライト記録した後に、1倍速での再生によって得られる記録信号から与えられる。記録方式CD2-1；

波長 780 nm の光を、開口数 N A が 0.5 の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを n T (n は 3 から 11 までの整数)としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P e を照射し、

n = 2m (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ (n - j) T, (j は -2.0 ~ 2.0 までの実数) を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.1 \sim 1, \alpha_i = 0.1 \sim 1$ (i は 2 ~ m - 1 の整数であり、 α_i はかかる i によらず 0.1 ~ 1 の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は 3 ~ m - 1 の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.1 \sim 1, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

n = 2m + 1 (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ (n - k) T, (k は -2.0 ~ 2.0 までの実数) を、

$$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha'_1 = \alpha_1, \beta'_1 = \beta_1 + \Delta_1$ ($\Delta_1 = 0.3 \sim 0.6$)、 $\alpha'_i = \alpha_c$ (i は 2 ~ m - 1 の整数)、 $\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2$ (i は 3 ~ m - 1 の整数)、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.3 \sim 0.6, \beta'_m = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P w の記録光 (ただし、P w は 20 ~ 40 mW であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、1 mW 未満のバイアスパワー P b の記録光を照射する。

さらに、m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1), \alpha_c, \beta_m (= \beta'_m), \beta_1, \Delta_1, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m$ は m によらず一定である。

また、m = 2 (n = 4, 5) の場合には、 $\alpha_1, \alpha'_1, \alpha_2, \alpha'_2, \beta_2, \beta'_2$

α_2' をそれぞれmが3の場合の α_1 、 α_1' 、 α_3 、 α_3' 、 β_3 、 β_3' と等しくするとともに、 β_1 をmが3の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β_1' をmが3の場合の β_1' 又は β_2' のいずれかと等しくする（但し、±10%程度のすれば許容するものとする）。但し、m=2における β_2' に関しては、さらに±0.5の範囲において値を変更しうるものとする。

$m=1$ ($n=3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1' Tとバイアスパワー照射区間 β_1' Tからなる記録光の照射を行う。

記録方式CD 2-2；

波長780 nmの光を、開口数NAが0.5の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さをnT (n は3から11までの整数)としたとき、

記録マーク間に對しては、非晶質を結晶化し得る消去パワーPeを照射し、

$n=2m$ (m は3以上の整数)なる記録マークに對しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、(j は-2.0~2.0までの実数)を、

$\alpha_1 T$ 、 $\beta_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、 $\beta_2 T$ 、……、 $\alpha_m T$ 、 $\beta_m T$ 、

からなるm個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1=0.1\sim1$ 、 $\alpha_i=0.1\sim1$ (i は2~ $m-1$ の整数であり、 α_i はかかる*i*によらず0.1~1の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1+\alpha_2=1.7\sim2.3$ 、 $\beta_{i-1}+\alpha_i=2$ (i は3~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}+\alpha_m=1.7\sim2.3$ 、 $\alpha_m=0.1\sim1$ 、 $\beta_m=0\sim2$ 、の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n=2m+1$ (m は3以上の整数)なる記録マークに對しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、(k は-2.0~2.0までの実数)を、

$\alpha_1' T$ 、 $\beta_1' T$ 、 $\alpha_2' T$ 、 $\beta_2' T$ 、……、 $\alpha_m' T$ 、 $\beta_m' T$ 、

からなるm個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1=\alpha_1$ 、 $\beta_1'=\beta_1$ 、 $\alpha_i'=\alpha_c$ (i は2~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{i-1}'+\alpha_i=2$ (i は3~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}'=\beta_{m-1}+\Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1}=0\sim0.6$)、 $\alpha_m'=\alpha_m+\Delta_m$ ($0<\Delta_m\leq0.6$)、 $\Delta_{mm}=\Delta_{m-1}+\Delta_m=0.5\sim1.2$ 、 $\beta_m'=\beta_m+\Delta_m$ ($\Delta_m'=0\sim1$)の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i') = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $20 \sim 40 \text{ mW}$ であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1)$ 、 $\beta_1 (= \beta'_1)$ 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m' は m によらず一定である。

また、 $m=2$ ($n=4, 5$) の場合には、 α_1 、 α'_1 、 β_1 、 β'_1 、 α_2 、 α'_2 、 β_2 、 β'_2 をそれぞれ $m=3$ の場合の α_1 、 α'_1 、 β_2 、 β'_2 、 α_3 、 α'_3 、 β_3 、 β'_3 と等しくする (但し、 $\pm 10\%$ 程度のずれは許容するものとする)。

$m=1$ ($n=3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。

ここに、記録方式 CD 1-1、1-2、2-1 及び 2-2において、 j 、 k は n ごとに異なる値をとっても良い。また、 P_w 、 P_b 、 P_e は一定のパワーレベルであり、 $P_b \leq P_e \leq P_w$ としている。そして、記録方式 CD 1-1、1-2 又は記録方式 CD 2-1、2-2 をもちいて、EFM ランダムパターンの記録を行うのであるが、 P_e / P_w 比は $0.2 \sim 0.6$ の間のいずれかの値で一定にして、 P_w を $20 \sim 40 \text{ mW}$ の間で変化させ、最も良好な特性が得られる P_w において、各マーク長及びマーク間のジッタ、 m_{11} 、及び R_{top} がそれぞれ、上記の値を満足すればよい。ここで、パワー値 P_w 、 P_e 、 P_b 等は、記録光ビームのうちの主ビームのみのパワーをいい、いわゆる 3 ビーム法におけるサーボ用のサブビームのように記録に直接関係のないビームに配分されるパワーは除いて考える。 P_e / P_w 比に関しては、まず、 $0.3 \sim 0.4$ の間の値を採用し、その結果、上記の m_{11} 、 R_{top} 、シンメトリー、デビエーション等の要件が満足されなければ、 $0.2 \sim 0.3$ あるいは、 $0.3 \sim 0.6$ の間の値を用いる。

また、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 、 $\alpha'_i T$ 、オフパルス区間 $\beta_i T$ 及び $\beta'_i T$ のそれぞれにおける光のパワーレベルは、記録パルス区間では P_w でオフパルス区間では P_b で一定とする。ただし、高周波重畳を印可する場合は、 P_w 及び P_b はその区間における平均パワーで定義する。さらに、レーザーダイオードの応答

上やむを得ないオーバーシュート、アンダーシュートは許容する。記録パルス $\alpha_i T$ 及び $\alpha_{i'} T$ の立ち上がり立ち下がりは、約 3 nsec 以下とするが、1 nsec 以上 2 nsec 以下とすることが好ましい。

記録方式 CD-1-1 及び 1-2 は、特開 2001-331936 号公報に示されたような、記録パルス (Pw 照射区間) とオフパルス (Pb 照射区間) とを周期 2T を基本とする繰り返し周期で交互に発生させる記録パルス分割方法にさらに検討を加えたものである。すなわち、本発明においては、上記 2T 周期をベースとする記録ストラテジーのうち、特に、24 乃至は 32 倍速でオーバーライト可能な CD-RW に適し、かつ、特に産業上有用な低コストかつ簡便な記録パルス分割方法を見出した。本発明の記録パルスストラテジーを用いることにより、複数のドライブで記録しても記録品位が保ちやすく互換性が確保しやすい記録媒体とその記録方法が提供されるようになる。

そのために、本発明においては、周期 2T を基本とする記録パルス分割方法における可変とすべきパラメータとその範囲を限定する。そして本発明においては、上記周期 2T を基本とする記録パルス分割方法における数あるパラメータのうち、24 倍速又は 32 倍速における記録品位を良好に保つために必要な最低限のパラメータを見出してこれを変化させている。可変とするパラメータの数を多くすれば 24 倍速又は 32 倍速での良好な記録の達成は比較的容易とある。しかし、数多くのパラメータを可変とすることは、光記録媒体に記録を行う記録装置におけるパルス発生の電子回路(集積回路)の設計をいたずらに複雑にするだけである。このため、本発明においては上記電子回路(集積回路)の設計を容易にしつつ、かつ 24 倍速記録又は 32 倍速記録を良好に行うことができる CD-RW を実現できるような最低限のパラメータを見出したのである。

24 倍速又は 32 倍速で良好な記録を行うために可変とすべき最低限のパラメータは、24 倍速乃至は 32 倍速でオーバーライト可能な記録媒体の検討とパルス分割記録方法とを相互にフィードバックをかけながら検討を行うことにより実現できるものである。従って、本発明は、記録媒体と記録方法とを同時に実現するという高度な創作により実現されたものである。

このような検討により、本発明においては、未だ実現されていない 8 あるいは 10 倍速から 24 あるいは 32 倍速という極めて広範囲の線速度で、記録及び再

生の互換性の高いCD-RW記録媒体と記録方法を提供することができるようになるのである。

CD-RWにおけるEFM変調の場合、マーク長 nT は、 $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ の場合があるが、それぞれを、 $m = 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5$ 個の $2T$ を基本とする周期に分割し、 m 個の記録パルスとオフパルスの組に分割した記録パルスで記録を行う。本発明では、24倍速又は32倍速でオーバーライト可能なCD-RW記録媒体を明確に規定するために、特に記録方式CD1-1、及び2-1に示したような限定を行っている。

図3は、上記記録方式CD1-1、及び2-1におけるパルス分割方法を実施する場合の、各記録パルスの関係の一例を示した図である。尚、図3(b)におけるマーク長 $2mT$ を形成するための記録パルス及びオフパルスの時間幅は、本来は、 $\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T$ と表されるが、図を見やすくする観点から、図3(b)においては、単に $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m, \beta_m$ と記載し、基準クロック周期 T の表示を省略してある。これは図3(c)においても同様である。

図3に示すように、本発明の光記録方法においては、 nT マークの n のとり得る値が奇数であるか偶数であるかに分けて考える。分割数 m が同じ偶数長マークと奇数長マークのマーク長差1Tの補正を、先頭の記録パルスの次のオフパルス区間 $\beta_1 T$ 及び最後尾から2番目の記録パルス周期の区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ に分散して割り当てる。つまり、マーク長1Tの補正をオフパルス長 $\beta_1 T$ 及び $\beta_{m-1} T$ 、さらには最後尾の記録パルス区間パルス $\alpha_m T$ の調整にて行う。

図3において、300は周期 T の基準クロックをあらわす。

図3(a)は、長さ $nT = 2mT$ 、もしくは $nT = (2m+1)T$ の記録マークに対応したパルス波形であり、符号301が長さ $2mT$ の記録マークの長さに、符号302が長さ $(2m+1)T$ の記録マークの長さに対応する。図3(a)においては、 $m=5$ の場合が示してある。

図3(b)の303は、 $n = 2m (= 10)$ の場合の分割記録パルスの波形であり、図3(c)の307は、 $n = 2m + 1 (= 11)$ の場合の分割記録パルスの波形である。

T_{d1} に T をかけた値は、 $\alpha_1 T$ 及び $\alpha_1' T$ の nT マークの前端 T_0 に対する遅

延時間であり、通常は n によらず一定とし、さらに通常は、記録パルス発生回路の同期の取り易さから、 $(T_{d1} + \alpha_1) T = (T_{d1} + \alpha_1') T = 2 T$ とするが、さらに $\pm 0.5 T$ 程度の微調整は許容する。特に、3 T, 4 T, 5 T マークにおいては、そのような遅延時間の微調整を行うことが好ましい。記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) における記録パワーレベルは P_w で一定であり、オフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$) におけるバイアスパワーレベルは P_b で一定であり、マークとマークの間、すなわち $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) 及び $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$) 以外の区間における光照射のパワーは消去パワー P_e で一定とする。 n が偶数の場合は、先頭の記録パルスと最後尾のオフパルスを除く区間 3 0 4 (つまり図 3 の 3 0 5, 3 0 6 を除く区間) では、 $(\beta_{i-1} + \alpha_i) T = 2 T$ ($i = 2 \sim m$) で一定とする。ただし、 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 及び $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ についてのみ、 $\pm 0.3 T$ の範囲で微調整可能とする。一方、 n が奇数の場合は、図 3 の区間 3 0 8, $(\beta_{i-1}' + \alpha_i') T = 2 T$ ($i = 3 \sim m-1$) で一定とする。

そして、同一分割数で $n = 2m$ 及び $2m+1$ の 2 種類のマーク長を記録するために、区間 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 及び区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ をそれぞれ約 $0.5 T$ ずつ増減して長さを調整する。なお、熱干渉等の影響で、この値は正確に $0.5 T$ となるとは限らないが、概ね $0.3 T \sim 0.6 T$ の範囲にある。 β_m 及び β_m' は、 $0 \sim 2$ の範囲にあってほぼ同じ値をとるが、 $\beta_m = \beta_m'$ とすることが好ましい。

図 3において、偶数長マーク $n T = 10 T$ と奇数長マーク $n T = 11 T$ のマーク長の差 $1 T$ 分の記録は、以下の操作 1, 2 によって行われる。

操作 1： 図 3 の区間 3 0 9 のように、区間 $(\beta_1' + \alpha_2') T$ の、 β_1' のみに Δ_1 を付加し、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$, $\alpha_2' = \alpha_c$ とする。

操作 2： 図 3 の区間 3 1 0 のように、区間 $(\beta_{m-1}' + \alpha_m') T$ に Δ_{mm} T を付加する。ここで、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m$ として、 Δ_{mm} を Δ_{m-1} と Δ_m とに分けて、 β_{m-1} には Δ_{m-1} を付加し、 α_m には Δ_m を付加する。尚、 Δ_{m-1} はゼロであってもよい。

本発明においては、 Δ_m は 0 よりも大きく ($\Delta_m > 0$ とする) して、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とする。 Δ_m を 0 よりも大きくすることにより、同一分割数 m のうちの n が奇数である記録マーク後端部の形状が安定してジッタ特性が飛躍的に改善される。さ

らに好ましいのは、 Δ_{m-1} と Δ_m とをほぼ等しい値とすることである。 Δ_{m-1} と Δ_m とをほぼ等しくすれば、ジッタ特性を良好に保ちつつも、記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスにおけるレーザー光（パルス光）の発生を制御する電子回路（集積回路）の設計を簡便にできるようになる。

以上の操作は3以上のmにおいて行われ、 Δ_1 、 Δ_{mm} は、0.3～0.6の値をとるものとする。 Δ_{m-1} 、及び Δ_m は、 Δ_{mm} をどのように配分するかによって値が決まり、 Δ_{m-1} は0～0.6の値をとり得、 Δ_m は0より大きく0.6以下の値を取り得る。

前述したように、区間 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 、及び区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ をそれぞれ約0.5Tずつ増減して長さを調整するためには、 Δ_1 及び Δ_{mm} を0.6としてもよいが、 Δ_{m-1} 、 Δ_m は、0.5以下の値とすることが好ましい。

以下、記録方式CD1-1におけるmが3以上、m=2、及びm=1の場合についてそれぞれ説明する。記録方式CD2-1については後述する。

記録方式CD1-1においては、mが3以上では、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_m' = \beta_m$ とし、 α_i 及び α_i' は、 $i = 2 \sim m-1$ に対しては、 α_c で*i*によらず一定とする。また、 α_m 及び α_m' もmによらず一定値とする。さらに α_1 （ α_1' ）は、0.7～1.4、 α_c は0.7～1.2、 α_m は0.7～1.2とする。

さらに、mが3以上の場合には、 α_1 （ $= \alpha_1'$ ）、 α_c 、 β_m （ $= \beta_m'$ ）、 β_1 、 Δ_1 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m はmによらず一定とする。24倍速又は32倍速においては、 $\alpha_c = \alpha_i$ （ $i = 2 \sim m-1$ ）は、まず、0.9～1の範囲の値とし、その後±0.2の範囲（0.7～1.2の範囲）で微調整を行う。 α_1 及び α_m は、まず α_c と同じ値を採用し、そして α_c より最大0.3程度大きい範囲で微調整を行うものとする。

ここで、m=2（n=4, 5）の場合に、m-1=1であるから、区間 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ は、区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ とも解される。この場合、 $(\beta_1' + \alpha_2')$ Tを $(\beta_1 + \alpha_2) T$ より約1T長くするのであるが、より具体的には、 α_1 、 α_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれmが3の場合の α_1 、 α_1' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくするとともに、 β_1 をmが3の場合の β_1 又は β_{m-1} のいずれかと等しくし、 β_1' をmが3の場合の β_1' 又は β_{m-1}' のいずれかと等しくする。尚、「等しくする」とはいっても、±10%程度のずれは許容される

ものとする。

このようにして、偶数長マークに対して、図3（b）の点線で示される記録パルス列303が得られ、奇数長マークに対して、図3（c）の点線で示される記録パルス列307が得られる。

なお、 $m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1' T とバイアスパワー照射区間 β_1' T からなる記録光の照射を行う。この場合、 α_1' は、2以上のmにおける α_1' より 0.1 から 1.5 程度大きくし、 β_1' は2以上のmにおける β_1' より小さく、かつ、 β_m 、 β_m' と同じか、それより大きくする方が好ましい。また、 β_1' の範囲は、0以上2以下とすることが好ましい。

図16は、上記記録方式CD1-2及び2-2におけるパルス分割方法を実施する場合の、各記録パルスの関係の一例を示した図である。尚、図16（b）におけるマーク長2mTを形成するための記録パルス及びオフパルスの時間幅は、本来は、 $\alpha_1 T$ 、 $\beta_1 T$ 、 $\alpha_c T$ 、…、 $\alpha_m T$ 、 $\beta_m T$ と表されるが、図を見やすくする観点から、図16（b）においては、単に α_1 、 β_1 、 α_c 、…、 α_m 、 β_m と記載し、基準クロック周期Tの表示を省略してある。これは図16（c）においても同様である。

図16に示すように、nTマークのnのとり得る値が奇数であるか偶数であるかに分けて考える。分割数mが同じ偶数長マークと奇数長マークのマーク長差1Tの補正を、最後尾から2番目の記録パルス周期 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ 及び最後尾のオフパルス $\beta_m T$ に分散して割り当てる。つまり、マーク長1Tの補正をオフパルス長 $\beta_{m-1} T$ 及び $\beta_m T$ 、さらには最後尾の記録パルス区間パルス $\alpha_m T$ の調整にて行う。

この記録方式は、図3に示した記録方式（記録方式CD1-1、2-1）と比較して、偶数、奇数マークで変化させる記録パルス及びオフパルスが、マークの後端部付近に集中しているので、記録マークの後端ジッタがより制御しやすくなる利点を有するのみならず、記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスにおけるレーザー光（パルス光）の発生を制御する電子回路（集積回路）の設計が簡便となる利点がある。さらに、可変とすべきパラメータ数が少ないという利点がある。

図16において、400は周期Tの基準クロックをあらわす。

図16(a)は、長さ $nT = 2mT$ 、もしくは $nT = (2m+1)T$ の記録マークに対応したパルス波形であり、符号401が長さ $2mT$ の記録マークの長さに、符号402が長さ $(2m+1)T$ の記録マークの長さに対応する。図16(a)においては、 $m=5$ の場合が示してある。

図16(b)の403は、 $n=2m (=10)$ の場合の分割記録パルスの波形であり、図16(c)の406は、 $n=2m+1 (=11)$ の場合の分割記録パルスの波形である。

T_{d1} にTをかけた値は、 $\alpha_1 T$ 及び $\alpha_1' T$ の nT マークの前端 T_0 に対する遅延時間であり、通常は n によらず一定とし、さらに通常は、記録パルス発生回路の同期の取り易さから、 $(T_{d1} + \alpha_1)T = (T_{d1} + \alpha_1')T = 2T$ とするが、さらに ±0.5T程度の微調整は許容する。特に、3T, 4T, 5Tマークにおいては、そのような遅延時間の微調整を行うことが好ましい。記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$)における記録パワーレベルは P_w で一定であり、オフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$)におけるバイアスパワーレベルは P_b で一定であり、マークとマークの間、すなわち $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$)及び $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$)以外の区間における光照射のパワーは消去パワー P_e で一定とする。 n が偶数である場合には、区間404では、 $(\beta_{i-1} + \alpha_i)T = 2T$ ($i = 2 \sim m$)で一定とする。ただし、 $(\beta_1 + \alpha_2)T$ 、及び $(\beta_{m-1} + \alpha_m)T$ についてのみ、±0.3Tの範囲で微調整可能とする。一方、 n が奇数の場合は、図16の区間407では、 $(\beta_{i-1}' + \alpha_i')T = 2T$ ($i = 2 \sim m-1$)で一定とする。ただし、 $(\beta_1' + \alpha_2')T$ は $(\beta_1 + \alpha_2)T$ と等しくする。

そして、同一分割数で $n = 2m$ 及び $2m+1$ の 2 種類のマーク長を記録するために、区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m)T$ をそれぞれ約 1T 増減して長さを調整する。なお、熱干渉等の影響で、この値は正確に 1T となるとは限らないが、概ね 0.5 ~ 1.2T の範囲とする。 β_m と β_m' とは、0 ~ 2 の範囲（記録方式 CD 2-2 では、 $\beta_m' = 0 \sim 3$ の範囲）でほぼ同じ値をとるが、マーク後端ジッタへの影響を補正するために、 β_m 、 β_m' も個別に微調整する。特に、記録方式 CD 2-2 では $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ とし、 β_m に Δ_m' ($= 0 \sim 1$) を付加する。

図16において、偶数長マーク $nT = 10T$ と奇数長マーク $nT = 11T$ のマーク長の差 1T 分の記録は、以下の操作 3 によって行われる。

操作3： 図16の区間408のように、区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ に $\Delta_{mm} T$ を付加して、 $(\beta_{m-1}' + \alpha_m') T$ とする。ここで、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m$ として、 Δ_{mm} を Δ_{m-1} と Δ_m とに分けて、 β_{m-1} には Δ_{m-1} を付加し、 α_m には Δ_m を付加する。また、マーク後端のジッタへの影響を補正するため、 β_m に Δ_m' を付加して、 β_m' とする。

以上の操作は3以上のmにおいて行われ、 Δ_{mm} は、0.5～1.2の値をとるものとする。 Δ_{m-1} 、及び Δ_m は、 Δ_{mm} をどのように配分するかによって、それぞれ0～0.6の値をとり得る。 Δ_{m-1} はゼロであってもよいが、 Δ_m は0よりも大きくして、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とする。 Δ_m を0よりも大きくすることにより、同一分割数mのうちのnが奇数である記録マーク後端部の形状が安定してジッタ特性が飛躍的に改善される。さらに好ましいのは、 Δ_{m-1} と Δ_m とをほぼ等しい値とすることである。 Δ_{m-1} と Δ_m とをほぼ等しくすれば、ジッタ特性を良好に保ちつつも、パルス光の発生を制御する電子回路（集積回路）の設計を簡便にすることができるようになる。

Δ_m' は0～1の値をとり、より好ましくは0～0.6の値をとる。特に16倍速程度より低線速度では、24あるいは32倍速における場合より、 Δ_m' は大きくするのが好ましい。一方、24あるいは32倍速では、 $\Delta_m' = 0$ するのが好ましい。

以下、記録方式CD1-2におけるmが3以上、m=2、及びm=1の場合についてそれぞれ説明する。記録方式CD2-2については後述する。

記録方式CD1-2においては、mが3以上では、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1$ とし、 α_i 及び α_i' は、 $i = 2 \sim m-1$ に対しては、 α_c でiによらず一定とする。また、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ は、0.7～1.4の範囲の値をとり、 α_c 及び α_m は0.7～1.2の範囲の値とする。より好ましくは、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 α_c 、及び α_m は0.7～1の範囲とする。

さらに、mが3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 β_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' はmによらず一定とする。24倍速又は32倍速においては、 $\alpha_c = \alpha_i$ ($i = 2 \sim m$) は、まず、1とし、その後さらに±0.2の範囲で微調整を行うのが好ましい。 α_1 及び α_m は、まず α_c と同じ値を採用し、そして α_c より最大0.3程度大きい範囲で微調整を行う。 Δ_m 、 Δ_{m-1} は約0.

4を初期値とし、所定のマーク長が得られるように微調整を行う。また、区間410の β_m' はまず、区間405の β_m と等しくし、その後、微調整を行う。

ここで、 $m=2$ の場合に、 $(\beta_1' + \alpha_2')$ Tを $(\beta_1 + \alpha_2)$ Tより約1T長くするのであるが、 $m-1=1$ であるから、それぞれを、 $(\beta_{m-1}' + \alpha_m')$ T及び $(\beta_{m-1} + \alpha_m)$ Tとみなすことができる。そして、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれ $m=3$ の場合の α_1 、 α_1' 、 β_2 、 β_2' 、 α_3 、 α_3' 、 β_3 、 β_3' と等しくする。ただし $m=2$ の α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、及び β_2' は、±10%程度の微調整をさらに行っても良い。

このようにして、偶数長マークに対して、図16(b)の点線で示される記録パルス列403が得られ、奇数長マークに対して、図16(c)の点線で示される記録パルス列406が得られる。

なお、 $m=1$ ($n=3$)の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1' Tとバイアスパワー照射区間 β_1' Tからなる記録光の照射を行う。この場合、 α_1' は、2以上のmにおける α_1' より0.1から1.5程度大きくするのが好ましい。また、 β_1' の範囲は、0以上2以下とするのが好ましい。

記録方式CD2-1においては、記録方式CD1-1と同様のルールで偶数長マークと奇数長マークを記録し、記録方式CD2-2においては、記録方式CD1-2と同様のルールで偶数長マークと奇数長マークを記録するのであるが、 α_i 、 α_i' ($i=1 \sim m$)は、24又は32倍速の線速で記録する場合より小さな値とし0.1~1の範囲とする。これに伴い、 β_i 、 β_i' ($i=1 \sim m$)は、24倍速又は32倍速の線速で記録する場合より大きい値とする。さらに、記録方式CD2-2の場合には、特に Δ_m' を0以上1以下の範囲で可変とする。また、 $\Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m'$ を0.5以上1.5以下の範囲とするのが好ましい。

記録方式CD1-1あるいは記録方式CD1-2において最大線速度 V_{max} を24倍速又は32倍速とした場合の α_i 、 α_i' を α_{i0} 、 α_{i0}' とするとき、同一媒体を8倍速、10倍速、12倍速、16倍速、20倍速(すなわち、線速Vを8V₁、10V₁、12V₁、16V₁、及び20V₁のいずれかとして)で記録方式CD2-1あるいは記録方式CD2-2において記録する場合には、概ね、 $\alpha_i = \eta (V/V_{max}) \alpha_{i0}$ 、 $\alpha_i' = \eta (V/V_{max}) \alpha_{i0}'$ と設定し、その

後微調整±0.1程度の範囲で微調整を行う。

ここで、 η は0.8~1.5の範囲の実数である。特に、1.0から1.3の範囲の値をまず採用し、その後、0.8~1.5の範囲に拡大して測定を行う。

なお、記録方式CD2-1、2-2においては、n=5において例外的なルールを適用しうるものとする。

つまり、記録方式CD2-1においては、m=2 (n=4, 5) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれmが3の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_3(\alpha_m), \alpha_3'(\alpha_m'), \beta_3(\beta_m), \beta_3'(\beta_m')$ と等しくするとともに、 β_1 をmが3の場合の β_1 又は $\beta_2(\beta_{m-1})$ のいずれかと等しくし、 β_1' をmが3の場合の β_1' 又は $\beta_2'(\beta_{m-1}')$ のいずれかと等しくする。但し、「等しくする」とはいっても、±10%程度のずれは許容されるものとする。また、m=2における β_2' に関しては、さらに±0.5の範囲において値を変更しうるものとする。

また、記録方式CD2-2においては、m=2 (n=4, 5) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれm=3の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2(\beta_{m-1}), \beta_2'(\beta_{m-1}'), \alpha_3(\alpha_m), \alpha_3'(\alpha_m'), \beta_3(\beta_m), \beta_3'(\beta_m')$ と等しくする。ただし、「等しくする」とはいつても、±10%程度のずれは許容されるものとする。さらに、n=3の場合の β_1' は、0以上3以下の範囲とすることが好ましい。

24倍速までの使用を想定するCD-RWにおいては、例えば、10倍速と24倍速あるいは、12倍速と24倍速との記録特性を規定し、32倍速までの使用を想定するCD-RWにおいては、10倍速と32倍速との記録特性又は、12倍速と32倍速との記録特性又は、16倍速と32倍速との記録特性をそれぞれ規定すること等で、後述のCAV記録方式やP-CAV記録方式、ZCLV記録方式に適した媒体を、ドライブでの記録再生互換性の観点から見てほぼ一義的に規定できる。この場合には、低線速側の測定における記録方式CD2-1又は2-2において、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1'$ の値を上記のように線速に概ね比例するように定めておく ($\alpha_1 = \eta (V/V_{max}) \alpha_{10}, \alpha_1' = \eta (V/V_{max}) \alpha_{10}'$) ことが、媒体特性をより良好に規定できるので好ましい。

このようにして、最小線速と最大線速との比が2倍以上となる異なる記録速度

範囲における、複数の記録線速度における書き換え型光記録媒体の特性を定義することは、記録ドライブからみた媒体の記録再生互換性を確保する点からも好ましい方法である。特に、記録方式 CD 1 - 1 は記録方式 CD 2 - 1 と組み合わせて用い、記録方式 CD 1 - 2 は記録方式 CD 2 - 2 と組み合わせて用いることがより好ましい。

このように特定範囲の媒体を規定する場合には、記録方式 CD 1 - 2 と記録方式 CD 2 - 2 を組み合わせて、最高線速度 V_{max} が 24 倍速又は 32 倍速である書き換え型 CD-RW を規定することが特に好ましい。

さらに、このような 32 倍速又は 24 倍速対応の媒体特性の規定方法において、記録方式 CD 1 - 2 において、特に以下のように限定した記録方式 CD 1 - 3 とすることで、より具体的に媒体特性を限定できる。従って、そのような媒体を複数の記録装置で記録する場合の互換性が確保できて好ましい。すなわち、

(記録方式 CD 1 - 3)

$m = 2$ 以上のマーク長においては、 $T_{d1}' = T_{d1} = 2 - \alpha c$ 、 $\alpha_i' = \alpha_i = \alpha c$ ($i = 1 \sim m - 1$)、 $\beta_i' = \beta_i = 2 - \alpha c$ ($i = 1 \sim m - 2$)、 $\alpha_m = \alpha c$ 、 $\beta_{m-1} = 2 - \alpha c$ で一定、かつ、 $\beta_{m-1}' = 1 + \Delta_{m0}$ ($0 < \Delta_{m0} \leq 0.6$)、 $\alpha_m' = 1 + \Delta_{m0}$ ($0 < \Delta_{m0} \leq 0.6$)、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 $\beta_m' = \beta_m$ 、を m によらず一定とする。ここで、 $m = 2$ の場合、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' は、それぞれ、 $m = 3$ の場合の β_2 (β_{m-1})、 β_2' (β_{m-1}')、 α_3 (α_m)、 α_3' (α_m')、 β_3 (β_m)、 β_3' (β_m') とみなす。 αc は 0.7 ~ 1.2、より好ましくは 0.7 ~ 1、特に好ましくは 0.9 ~ 1 とする。

ここで、記録方式 CD 1 - 3 と、以下の記録方式 CD 2 - 3 を組み合わせて、使用する最高線速度 V_{max} が 24 倍速又は 32 倍速である書き換え型 CD-RW を規定することが特に好ましい。

すなわち、(記録方式 CD 2 - 3)

$m = 2$ ($n = 4$) 以上のマーク長においては、 $T_{d1}' + \alpha_1' = T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\alpha_i = \alpha c$ ($i = 1 \sim m$)、 $\alpha_i' = \alpha c$ ($i = 1 \sim m - 1$)、ただし、 $\alpha c = 0.1 \sim 1$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m - 1$)、かつ、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m0}$ ($0 < \Delta_{m0} \leq 0.6$)、 $\alpha_m' = \alpha$

$\Delta_m + \Delta_{m0}$ ($0 < \Delta_{m0} \leq 0.6$)、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) とし、さらに Δ_{m0} 、 β_m 、 Δ_m' を m によらず一定とする。ここで、 $m = 2$ の場合、 β_1 、 α_2 、 β_2 は、それぞれ、 $m = 3$ の場合の β_2 (β_{m-1})、 β_3 (β_m)、 α_3' (α_m')とみなす。

記録方式 CD 1-3 及び 2-3においては、分割数 m が同一である偶数の記録マーク及び奇数の記録マークにおいて、奇数の記録マークを形成する際に、最後の一つ前のオフパルス区間 (β_{m-1}') と、最後の記録パルス区間 (α_m') とに等しい Δ_m (記録方式 CD 1-3、2-3では Δ_{m0} と表している。) を付与する点に特徴がある。等しい Δ_m (記録方式 CD 1-3、2-3では Δ_{m0} と表している。) を付与することによって、記録マークの形成を行う記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスのレーザー光 (パルス光) の発生を制御する電子回路 (集積回路) の設計が簡便になり、電子回路 (集積回路) コストダウンを図ることができるようになる。

特に、記録マーク後端部の形状を安定させてジッタ特性を改良する観点からは、 Δ_m を 0 より大きくすることが好ましい。具体的には、記録方式 1-3、2-3において Δ_{m0} とし、 Δ_{m0} を $0 < \Delta_{m0} \leq 0.6$ の範囲とすることが好ましい。記録マーク後端部の形状を安定化するためにさらに好ましいのは、 Δ_{m0} を $0 < \Delta_{m0} \leq 0.5$ の範囲とすることである。

また、 n が奇数である記録マークの後端部の形状を安定化してジッタ特性を改良する観点から、 Δ_m' を $0 \leq \Delta_m' \leq 1$ の範囲とするのが好ましく、 $0 \leq \Delta_m' \leq 0.6$ の範囲とするのがより好ましく、 $0 \leq \Delta_m' \leq 0.5$ の範囲とするのが特に好ましい。

そして、各線速度において、図 17 の手順に従って、最小限のパラメータの最適値を見出していく。すなわち、

- 1) P_w 及び P_e の暫定値 P_{w_a} 、 P_{e_a} を決める。
- 2) 偶数マーク及びスペース長 ($n = 4, 6, 8, 10$ をすべて含む) だけからなるEFM信号を P_{w_a} 、 P_{e_a} 、 P_{b_a} を照射して記録する。 α_c 、 β_m を可変として、 $m_{11} = 0.6 \sim 0.8$ となる範囲内で、1倍速再生時に各マーク長及びスペース長が所定の長さとして再生され、ジッター値が 35 nsec となるような α_c 、 β_m を決める。

3) 続いて、上記偶数長マーク及びスペース長だけからなるE F M信号に、 $n = 3$ 以外の奇数マーク長およびスペース長($n = 5, 7, 9, 11$ をすべて含む)を加えてなるE F M信号を P_{w_a} 、 P_{e_a} 、 P_{b_a} を照射して記録する。 α_c 、 β_m は、上記値を用い、 $\Delta_{m_0} = \Delta_{m-1} = \Delta_m$ 、 Δ_m' を可変として、1倍速再生時に各マーク長、及びスペース長が所定の長さとして再生され、ジッターバリューが3.5 nsecとなるような値を見出す。

4) 最後に、3Tマーク及びスペースを加えた、完全なE F M信号を P_{w_a} 、 P_{e_a} 、 P_{b_a} を照射して記録する。 $n = 2$ 以上のマーク長に関しては、上記、 α_c 、 β_m 、 $\Delta_{m_0} = \Delta_{m-1} = \Delta_m$ 、 Δ_m' 値を用いる。 $n = 3$ に関する、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' のみ可変として、1倍速再生時に3Tマーク長およびスペース長が所定の長さとして再生され、ジッターバリューが3.5 nsecとなるような値を見出す。

5) P_{w_a} 、 P_{e_a} を可変として、 $m_{11} = 0.6 \sim 0.8$ の範囲で、主としてジッタ又はエラーレートが最小となるよう P_w 、 P_e の微調整を行う。という手順である。各ステップにおいて、 $m_{11} = 0.6 \sim 0.8$ 、ジッタ3.5 nsecが得られなければ、その媒体は本発明要件を満足しないといえる。

なお、図17において、 P_e / P_w 比及び P_w の初期値は以下のようにして求めめる。

11Tのマーク長とスペース長のみからなる繰り返しパターン(11Tデータと呼ぶ)を $P_e = 0$ として P_w のみ可変としながら、未記録状態の溝内に記録を行う。この状態で m_{11} が $0.6 \sim 0.8$ の範囲となる P_w を求めて初期値 P_{w_a} を求める。もし、 P_w を増加させたときに、 m_{11} が $0.6 \sim 0.8$ の範囲を超えてさらに増加するようならば、 m_{11} が 0.7 程度となる P_w 値を初期値 P_{w_a} とする。次に、該 P_{w_a} で記録された11Tデータ信号に P_e を直流的に照射して、11Tデータ信号のキャリアレベルの低下率をdB(デシベル値)で測定する。 $P_e / P_{w_a} = 0.2 \sim 0.6$ の範囲で P_e を増加させながら、この操作を繰り返し、キャリアレベルの低下率が25dBを超える最初の P_e を P_e の初期値 P_{e_a} とする。 P_b の初期値 P_{b_a} としては、 $0 < P_{b_a} < 1 \text{ mW}$ なるパワーで再生時にサーボが安定する程度の再生光パワーと等しいパワーを選ぶ。

なお、本明細書において「オーバーライト」とは、一般に、一旦記録したデータを、特定の処理により、均一な未記録・消去状態に戻すことなく新たなデータ

を上書きすることを示す。ただし、本発明においては、初期の均一な未記録・消去状態に記録を行う場合もオーバーライトと把える。例えば、上記記録方式 CD 1 - 1、1 - 2、2 - 1、又は 2 - 2 を用いて光記録媒体の特性を評価する場合の「10回オーバーライト」とは、初期の結晶状態に最初の記録（1回オーバーライト）を行ない、次いで9回オーバーライトを行なうことを意味する。これは、以下の説明においても同様の意味に用いる。

また、記録方式 CD 1 - 1、1 - 2、2 - 1、及び 2 - 2 における $\alpha_i + \beta_{i-1} = 2$ 」との規定は、 $(\alpha_i + \beta_{i-1})$ が基準クロック周期 T との 2 倍の時間的長さであることを意味しており、回路設計上不可避的に生じるゆらぎ程度の誤差は含みうるものであり、具体的には、0.1T 程度の差は、実質的に等しいとみなされる。同様に、上記において、例えば特定の α_i を他の α_i 乃至は $\alpha_{i'}$ と「等しくする」又は「一定にする」というような場合においても、電子回路で実現する上で不可避のばらつきは許容されるものとする。

さらにまた、記録方式 CD 1 - 1、1 - 2、2 - 1、及び 2 - 2 における記録光の波長は 775 ~ 795 nm 程度の範囲でばらついていても大きな問題とはならない。相変化媒体では、このような波長範囲における波長依存性は極めて小さいからである。

1 - 2. RW-DVD の場合

本発明を RW-DVD に適用する場合においては、記録光による光スポットの媒体に対する速度である線速（度）として 3.49 m/s を基準速度：V₁、即ち 1 倍速とする。

まず、本発明の第 1 及び第 2 の要旨に係るディスクについて説明する。

本発明の書換え型光記録媒体は、通常円盤状である。そして相変化型記録層の結晶状態の部分を未記録状態・消去状態とし、非晶質状態の部分を記録状態とする。記録される情報は、レーザー光などの記録光を照射し非晶質マークを形成することにより、EFM+変調された信号からなる。媒体の基板には通常螺旋状の溝が形成される。また、非晶質マークは通常溝内に形成される。ここで、溝とは、基板面上に形成された光ビーム案内用の凹形状の底部であり、記録再生光入射側から見て近い方の面を言う。

データを記録する際には、基準クロック周期 T が基準となり、この整数倍の長

さを有する様々な時間的長さのマーク及びスペース（マーク間）を形成することでデータを記録する。E FM+変調においては通常時間的長さ 3 T ~ 1 4 T のマークが形成される。また、基準クロック周期 T は記録線速に反比例して変化させるのが通常である。

基準クロック周期 T の逆数は基準クロック周波数と呼ばれ、DVD の 1 倍速（線速度 3.49 m/s）における基準クロック周波数はデータの 1 チャネルビットに相当し、通常 26.15625 MHz である。

1 倍速における基準クロック周期 T は通常 $1 / (26.15625 \times 10^6) = 38.2 \times 10^{-9}$ (秒) = 38.2 (ナノ秒) となる。

以下の説明では、特に断わりのない限り基準クロック周期 T と線速 V との積 VT は線速によらず一定とする。

図 2 (b) に、DVD-RW をはじめとする DVD ファミリーで用いられる E FM+変調信号の再生波形（アイパターーン）の模式図を示す。アイパターーンには 3 T から 11 T 及び 14 T の非晶質マーク及び結晶状態のスペースの再生波形が実質的にランダムに含まれている。再生波形は、反射光強度を電圧信号として取り出しオシロスコープ上で観察した波形である。この際、再生信号は直流成分を含んでいる。

アイパターーンの上端 I_{14H} を入射光に対する反射率に換算したものがスペースに対応する反射率の上端値 R_{top} であり、アイパターーンの振幅（実際上は、14 T マークの振幅） I_{14} を I_{14H} で規格化したものが下記式 (DVD 1) で表される記録信号の変調度 m_{14} である。

$$m_{14} = I_{14} / I_{14H} \times 100 (\%) \quad (\text{DVD } 1)$$

本発明においては、変調度 m_{14} は 55 % 以上 80 % 以下とする。変調度は光学的分解能に依存するので NA が大きな光学系では大きく見える傾向があるため、本発明においては波長約 650 nm のレーザー光を、開口数 $NA = 0.60$ 又は $NA = 0.65$ の光学系を通して照射し記録する際の変調度 m_{14} とする。ただし波長は厳密に 650 nm である必要はなく、630 ~ 665 nm 程度の範囲にあれば良い。

信号振幅 I_{14} は大きいほうが好ましいが、大きすぎると信号再生系のアンプのゲインが極端に飽和してしまうため m_{14} の上限は 80 %、好ましくは 78 %、さ

らに好ましくは 75% 程度である。一方、小さすぎると信号体雑音比（S/N 比）が低下してしまうため、下限は 55%、好ましくは 60%、さらに好ましくは 65% 程度である。また、 R_{top} は 18 ~ 30%、好ましくは 18 ~ 25%、さらに好ましくは 19 ~ 23% の範囲とする。さらに、下記式（DVD 2）

$$A_{sym} = ((I_{14H} + I_{14L}) / 2 - (I_{3H} + I_{3L}) / 2) / I_{14} \times 100\% \quad (DVD 2)$$

で定義されるアシンメトリー値 A_{sym} は、できるだけ 0 付近にあることが望ましいが、通常は +10% ~ -5% の範囲である。

再生信号のクロックジッタ（jitter）は、図 2 (b) における再生信号をイコライザと LPF を通過させた後に、スライサにより 2 値化信号とし、該 2 値化信号のリーディングエッジとトレーリングエッジの PLL クロックに対する時間のずれの標準偏差（ジッタ）を基準クロック周期 T で規格化したものである。詳細な測定方法は、DVD-R OM 規格書や DVD+RW 規格書に規定されている。本発明においては、クロックジッタについては、1 倍速（基準クロック周期 38.2 ナノ秒）で再生したときのクロックジッタ値が 15% 以下とする。ここで、現行の RW-DVD 規格では、このクロックジッタの許容値を 9% 以下としているが、本発明では、近年の DVD 再生回路の性能向上を考慮して、15% までを許容値とした。このクロックジッタ値は、12% 以下であればより好ましく、10% 以下であることが更に好ましい。

変調度 m_{14} 、反射率の上端値 R_{top} 及びクロックジッタを上記の値とすることにより、従来の相変化型 DVD 規格と互換性を維持しつつ、6 倍速以上のような高速記録された媒体を、既存の相変化型 DVD 対応の再生系で再生することができる。

なお、以下において、RW-DVD におけるクロックジッタを単にジッタと呼ぶ場合がある。

本発明の書き換え型光記録媒体において好ましいのは、6 倍速、8 倍速、10 倍速、及び 12 倍速のいずれかにおいて 3T マークと 3T スペース（マーク間）からなる单一周期信号（3T データと称する）を記録後、14T マークと 14T スペースからなる单一周期信号（14T データと称する）をオーバーライトしたときの 3T マークの消去比が 20dB 以上、好ましくは 25dB 以上とすること

である。また、好ましくは、12倍速においても上記消去比が20dB以上、好ましくは25dB以上とすることである。高線速での消去比が高い媒体ほど非晶質マーク消去時の再結晶化速度が速く、より高線速でEFM+信号のオーバーライトが可能である。例えば、10倍速や12倍速における上記消去比を20dB以上としておけば、6倍速で使用した際に良好な特性が得られるのは勿論、6倍速以下で使用した際にも良好な特性が得られる。ここで、3Tマークと3Tスペース（マーク間）からなる单一周期信号を記録、及び14Tマークと14Tスペースからなる单一周期信号をオーバーライトするにおいては、後述の記録方式DVD 1-1又は1-2の記録方式を用いる。すなわち、3Tマークと3Tスペース（マーク間）からなる单一周期信号を記録するにあたっては、3Tマークを1個の記録パルスPwと後続のオフパルスPb ($0 < P_b < 1 \text{ mW}$) からなる記録パワーで記録し、他の区間では消去パワーPeを照射する。Pwは記録層を溶融するためのパワーであり、PbはPw照射後、溶融領域を急冷して非晶質化させるための冷却区間である。14Tマークと14Tスペースからなる单一周期信号をオーバーライトするにあたっては、14Tマークを7個の記録パルスPwと個々のPwに付随するオフパルスPb ($0 < P_b < 1 \text{ mW}$) からなる記録パワーの繰り返しで記録し、他の区間では消去パワーPeを照射する。3Tデータ及び14Tデータのオーバーライトにおいては、同一のPe及びPwを使用し、Pe/Pwを0.2~0.6の範囲で一定としながら、Peを変化させて消去比のPe依存性を測定し、いずれかのPeにおいて、消去比が20dB以上、好ましくは25dB以上となることを確認する。消去比は、14Tデータのオーバーライトの前後における3Tデータのキャリアレベルの低下率をdB単位で測定したものである。

いずれの場合にも、同一溝内への記録を行い、通常は、1周分の溝に記録を行う。

消去比は、オーバーライトを行う線速度範囲の上限における消去比が十分な値であれば、通常より低線速側で消去比が不足することはない。線速Vで移動する開口数NAの対物レンズで集光された波長λの光ビームで記録層が照射される時間は、 $\lambda / (NA \cdot V)$ で規格化されるから、低線速ほど照射時間は長くなり再結晶化に要する時間を十分確保できるからである。

また、あらかじめ記録された記録信号のジッタが1倍速再生において12%に達するまでの時間を該記録媒体のアーカイバル寿命とするとき、温度、80℃、相対湿度85%におけるアーカイバル寿命が200時間以上であること、より好ましくは500時間以上が望ましい。

さらに、本発明においては、上記特性を満足するために、より短時間で評価可能な条件として105℃以上での加速試験を適用し、変調度 m_{14} 及び、結晶状態の反射率 R_{top} のいずれもが、温度105℃の加速試験環境下で3時間後もその初期値の90%以上を維持するのが好ましい。現行市販されている1-2.4倍速対応のDVD+RWがちょうどこの要件を満足するからである。

本発明における、線速V（この段落ではVは6倍速、8倍速、10倍速、及び12倍速のいずれかの線速度を示す。）における変調度 m_{14} 、 R_{top} 、ジッター、アシンメトリー値、消去比等の規定は、線速 3.49 m/s を基準速度（1倍速） V_1 としたとき、線速Vにおいて、データ基準クロック周期Tが $V T = V_1 T_1$ （ただし、 T_1 は 38.2 nsec である）であるように保ちながらEM+変調された信号を下記記録方式DVD1-1又は記録方式DVD1-2いずれかの条件内のある1つの記録方式で10回オーバーライト記録した後に、1倍速での再生によって得られる記録信号から与えられる。

記録方式DVD1-1；

波長 650 nm の光を、開口数NAが0.65の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT （nは3～11の整数と14）としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワーPeを照射し、

$n=2m$ （mは3以上の整数）なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、（jは-2.0～2.0なる実数）を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなるm個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4$ 、 $\alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ （iは2～m-1の整数であり、 α_1 はかかるiによらず $0.7 \sim 1.2$ の間の一定値 α_c をとる）、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ （iは3～m-1の整数）、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3$ 、 $\alpha_m = 0.7 \sim 1.2$ 、 $\beta_m = 0 \sim 2$ 、の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ と

なるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ ($n - k$) T 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$$

からなる m 個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1, \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($\Delta_1 = 0, 3 \sim 0, 6$)、 $\alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0, 6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0, 6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0, 3 \sim 0, 6, \beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i')$ = $n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $10 \sim 40$ mWであり、 $P_e / P_w = 0, 2 \sim 0, 6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 α_c 、 $\beta_m (= \beta_m')$ 、 $\beta_1, \Delta_1, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m$ は m によらず一定である。

また、 $m=2$ ($n=4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ m が3の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくするとともに、 β_1 を m が3の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β_1' を m が3の場合の β_1' 又は β_2' のいずれかと等しくする (但し、 $\pm 10\%$ 程度のずれは許容されるものとする)。

$m=1$ ($n=3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。

記録方式 D V D 1 – 2 ;

波長 650 nmの光を、開口数NAが $0, 65$ の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT (n は $3 \sim 11$ の整数と 14)としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的

長さ $(n - j) T$ 、(j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0, 7 \sim 1, 4, \alpha_i = 0, 7 \sim 1, 2$ (i は $2 \sim m-1$ の整数であり、 α_i はかかる i によらず $0, 7 \sim 1, 4$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1, 7 \sim 2, 3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1, 7 \sim 2, 3, \alpha_m = 0, 7 \sim 1, 2, \beta_m = 0 \sim 2$ 、の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k) T$ 、(k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha'_1 = \alpha_1, \beta'_1 = \beta_1, \alpha'_i = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta'_{i-1} + \alpha'_{i+1} = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0, 6$)、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0, 6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0, 5 \sim 1, 2, \beta'_m = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $1.0 \sim 4.0 \text{ mW}$ であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1), \beta_1 (= \beta'_1), \alpha_c, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \beta_m, \Delta_m$ は m によらず一定である。また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha'_1, \beta_1, \beta'_1, \alpha_2, \alpha'_2, \beta_2, \beta'_2$ をそれぞれ $m = 3$ の場合の $\alpha_1, \alpha'_1, \beta_2, \beta'_2, \alpha_3, \alpha'_3, \beta_3, \beta'_3$ と等しくする。但し、「等しくする」とはいっても、 $\pm 10\%$ 程度のずれは許容されるものとする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha'_1 T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta'_1 T$ からなる記録光の照射を行う。

なお、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i)$ 等は、 i に関して $1 \sim m$ までの和をとることを意味す

る。

本発明においては、上記基準線速の6倍速、8倍速、10倍速、又は12倍速で書き換え可能なR W-D V Dにおいては、基準線速の2倍速、2.5倍速、3倍速、4倍速、及び5倍速の少なくともいずれか一つの線速においても、変調度 m_{14} 、 R_{top} 、ジッター、アシンメトリー値、消去比の値が上記数値範囲となるようにするのが好ましい。

さらに、上記基準速度の2倍速、2.5倍速、3倍速、4倍速、及び5倍速のいずれか少なくとも一つの線速度を V_{min} とし、基準速度の6倍速、8倍速、10倍速、又は12倍速を V_{max} とした場合に、 V_{min} と V_{max} との間の全ての線速度Vにおいても、変調度 m_{14} 、 R_{top} 、ジッター、アシンメトリー値、消去比の値が前記数値範囲となるようにするのが好ましい。これにより、後述のP-C A V又はC A V方式での記録が可能となる。

ここで、2倍速、2.5倍速、3倍速、4倍速又は5倍速における変調度 m_{14} 、 R_{top} 、ジッター、アシンメトリー値、消去比等の規定は、以下のようにして測定される。すなわち、線速3.49 m/sを基準速度（1倍速） V_1 としたとき、基準速度の2倍速（2 V_1 ）、2.5倍速（2.5 V_1 ）、3倍速（3 V_1 ）、4倍速（4 V_1 ）、又は5倍速（5 V_1 ）のいずれか一つにおいて、データ基準クロック周期Tが $VT = V_1 T_1$ （ただし、 T_1 は38.2 nsecであり、Vは、2.5 V_1 、3 V_1 、4 V_1 、及び5 V_1 のいずれかである。）であるように保ちながらE F M+変調された信号を下記記録方式D V D 2-1乃至は2-2のいずれかの条件内の一つの記録方式で10回オーバーライト記録した後に、1倍速での再生によって得られる記録信号から与えられる。

記録方式D V D 2-1；

波長650nmの光を、開口数NAが0.65の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さをnT（nは3～11の整数と14）としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワーPeを照射し、
 $n = 2m$ （mは3以上の整数）なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ（n-j）T、（jは-2.0～2.0までの実数）を、
 $\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなるm個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.1 \sim 1$ 、 $\alpha_i = 0.1 \sim 1$ (i は $2 \sim m-1$ の整数であり、 α_i はかかる*i*によらず $0.1 \sim 1$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3$ 、 $\alpha_m = 0.1 \sim 1$ 、 $\beta_m = 0 \sim 2$ 、の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ ($n - k$) T 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ までの実数) を、

$$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$$

からなるm個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($\Delta_1 = 0.3 \sim 0.6$)、 $\alpha_i' = \alpha_c$ (i は $2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.3 \sim 0.6$ 、 $\beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i') = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $1.0 \sim 4.0$ mWであり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 α_c 、 $\beta_m (= \beta_m')$ 、 β_1 、 Δ_1 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 α_1 、 α_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれ m が3の場合の α_1 、 α_1' 、 α_3 、 α_3' 、 β_3 、 β_3' と等しくするとともに、 β_1 を m が3の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β_1' を m が3の場合の β_1' 又は β_2' のいずれかと等しくする。ここで、 $\pm 10\%$ 程度のずれは許容されるものとする。但し、 $m = 2$ における β_2' に関しては、さらに ± 0.5 の範囲において値を変更しうるものとする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。

記録方式 D V D 2 - 2 ;

波長 650 nm の光を、開口数 N A が 0.65 の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを n T (n は 3 ~ 11 の整数と 14) としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P e を照射し、

n = 2m (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ (n - j) T、(j は -2.0 ~ 2.0 までの実数) を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.1 \sim 1, \alpha_i = 0.1 \sim 1$ (i は 2 ~ m - 1 の整数であり、 α_i はかかる i によらず 0.1 ~ 1 の間の一一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は 3 ~ m - 1 の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.1 \sim 1, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

n = 2m + 1 (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ (n - k) T、(k は -2.0 ~ 2.0 までの実数) を、

$$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha'_1 = \alpha_1, \beta'_1 = \beta_1, \alpha'_i = \alpha_c$ (i は 2 ~ m - 1 の整数)、 $\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2$ (i は 3 ~ m - 1 の整数)、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.7$)、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.5 \sim 1.2, \beta'_m = \beta_m + \Delta_m$ ($\Delta_m = 0 \sim 1$) の順に、 $\sum_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P w の記録光 (ただし、P w は 1.0 ~ 4.0 mW であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は 1 ~ m の整数) 内には、1 mW 未満のバイアスパワー P b の記録光を照射する。

さらに、m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1)$ 、 $\beta_1 (= \beta'_1)$ 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m = 3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2, \beta_2', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくする。但し、±10%程度のずれは許容されるものとする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1', T とバイアスパワー照射区間 β_1', T からなる記録光の照射を行う。

ここに、記録方式DVD 1-1、1-2、2-1 及び2-2において、 j, k は n ごとに異なる値をとっても良い。また、 P_w, P_b, P_e は一定のパワーレベルであり、 $P_b \leq P_e \leq P_w$ としている。そして、記録方式DVD 1-1、1-2、又は記録方式DVD 2-1、2-2をもちいて、EFM+ランダムパターンの記録を行うのであるが、 P_e/P_w 比は0.2~0.6の間のいずれかの値で一定にして、 P_w を10~40mWの間で変化させ、最も良好な特性が得られる P_w において、ジッタ、 m_{14} 、及び R_{top} がそれぞれ、上記の値を満足すればよい。ここで、パワー値 P_w, P_e, P_b 等は、記録光ビームのうちの主ビームのみのパワーをいい、いわゆる3ビーム法におけるサーボ用のサブビームのように記録に直接関係のないビームに配分されるパワーは除いて考える。 P_e/P_w 比に関しては、まず、0.3~0.4の間の値を採用し、その結果、上記の m_{14}, R_{top} 、アシンメトリー等の要件が満足されなければ、0.2~0.3あるいは、0.3~0.6の間の値を用いる。

また、記録パルス区間 $\alpha_1 T, \alpha_1' T$ 、オフパルス区間 $\beta_1 T$ 及び $\beta_1' T$ のそれぞれにおける光のパワーレベルは、記録パルス区間では P_w でオフパルス区間では P_b で一定とする。ただし、高周波重畳を印可する場合は、 P_w 及び P_b はその区間における平均パワーで定義する。さらに、レーザーダイオードの応答上やむを得ないオーバーシュート、アンダーシュートは許容する。記録パルス $\alpha_1 T$ 及び $\alpha_1' T$ の立ち上がり立ち下がりは、約2nsec以下とするが、1nsec以上2nsec以下とするのが好ましい。

記録方式DVD 1-1、及び1-2は、特開2001-331936号公報に示されたような、記録パルス（ P_w 照射区間）とオフパルス（ P_b 照射区間）とを周期2Tを基本とする繰り返し周期で交互に発生させる記録パルス分割方法にさらに検討を加えたものである。すなわち、本発明においては、上記2T周期を

ベースとする記録ストラテジーのうち、特に、6乃至12倍速でオーバーライト可能な相変化型リライタブルDVDに適し、かつ、特に産業上有用な低コストかつ簡便な記録パルス分割方法を見出した。本発明の記録パルスストラテジーを用いることにより、複数のドライブで記録しても記録品位が保ちやすく互換性が確保しやすい記録媒体とその記録方法が提供されるようになる。

そのために、本発明においては、周期2Tを基本とする記録パルス分割方法における可変とすべきパラメータとその範囲を限定する。そして本発明においては、上記周期2Tを基本とする記録パルス分割方法における数あるパラメータのうち、6倍速乃至12倍速における記録品位を良好に保つために必要な最低限のパラメータを見出してこれを変化させている。可変とするパラメータの数を多くすれば6倍速乃至12倍速での良好な記録の達成は比較的容易とある。しかし、数多くのパラメータを可変とすることは、光記録媒体に記録を行う記録装置におけるパルス発生の電子回路（集積回路）の設計をいたずらに複雑にするだけである。このため、本発明においては上記電子回路（集積回路）の設計を容易にしつつ、かつ6倍速乃至12倍速での良好な記録を達成できるような最低限のパラメータを見出したのである。

6倍速乃至12倍速で良好な記録を行うために可変とすべき最低限のパラメータは、6倍速乃至12倍速でオーバーライト可能な記録媒体の検討とパルス分割記録方法とを相互にフィードバックをかけながら検討を行うことにより実現できるものである。従って、本発明は、記録媒体と記録方法とを同時に実現するという高度な創作により実現されたものである。

このような検討により、本発明においては、未だ実現されていない2あるいは2.5倍速から6あるいは12倍速という極めて広範囲の線速度で、記録及び再生の互換性の高い記録媒体と記録方法を提供することができるようになるのである。

RW-DVDにおけるEFM+変調においては、マーク長nTは、 $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14$ の場合があるが、それぞれを、 $m = 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 7$ 個の2Tを基本とする周期に分割し、m個の記録パルスとオフパルスの組に分割した記録パルスで記録を行う。本発明では、6倍速、8倍速、10倍速、又は12倍速でオーバーライト可能なRW-DVD

を明確に規定するために、特に記録方式DVD 1-1、及び1-2に示したような限定を行っている。

図3は、上記記録方式DVD 1-1、及び2-1におけるパルス分割方法を実施する場合の、各記録パルスの関係の一例を示した図である。尚、図3 (b)におけるマーク長 $2mT$ を形成するための記録パルス及びオフパルスの時間幅は、本来は、 $\alpha_1 T$ 、 $\beta_1 T$ 、 $\alpha_c T$ 、…、 $\alpha_m T$ 、 $\beta_m T$ と表されるが、図を見やすくする観点から、図3 (b)においては、単に α_1 、 β_1 、 α_c 、…、 α_m 、 β_m と記載し、基準クロック周期Tの表示を省略してある。これは図3 (c)においても同様である。

図3に示すように、本発明の光記録方法においては、 nT マークのnのとり得る値が奇数であるか偶数であるかに分けて考える。分割数mが同じ偶数長マークと奇数長マークのマーク長差 $1T$ の補正を、先頭の記録パルスの次のオフパルス区間 $\beta_1 T$ 及び最後尾から2番目の記録パルス周期 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ に分散して割り当てる。つまり、マーク長 $1T$ の補正をオフパルス長 $\beta_1 T$ 及び $\beta_{m-1} T$ 、さらには最後尾の記録パルス区間パルス $\alpha_m T$ の調整にて行う。

図3において、300は周期Tの基準クロックをあらわす。

図3 (a)は、長さ $nT = 2mT$ 、もしくは $nT = (2m+1)T$ の記録マークに対応したパルス波形であり、符号301が長さ $2mT$ の記録マークの長さに、符号302が長さ $(2m+1)T$ の記録マークの長さに対応する。図3 (a)においては、 $m=5$ の場合が示してある。

図3 (b)の303は、 $n=2m (=10)$ の場合の分割記録パルスの波形であり、図3 (c)の307は、 $n=2m+1 (=11)$ の場合の分割記録パルスの波形である。

T_{d1} にTをかけた値は、 $\alpha_1 T$ 及び $\alpha_1' T$ の nT マークの前端 T_0 に対する遅延時間であり、通常はnによらず一定とし、さらに通常は、記録パルス発生回路の同期の取り易さから、 $(T_{d1} + \alpha_1) T = (T_{d1} + \alpha_1') T = 2T$ とするが、さらに±0.5T程度の微調整は許容する。特に、3T, 4T, 5Tマークにおいては、そのような遅延時間の微調整を行うことが好ましい。記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$)における記録パワーレベルは P_w で一定であり、オフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$)におけるバイアスパワーレベルは P_b で一定であり、

マークとマークの間、すなわち $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) 及び $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$) 以外の区間における光照射のパワーは消去パワー P_e で一定とする。n が偶数の場合は、先頭の記録パルスと最後尾のオフパルスを除く区間 304 (つまり図 3 の 305, 306 を除く区間) では、 $(\beta_{i-1} + \alpha_i) T = 2T$ ($i = 2 \sim m$) で一定とする。ただし、 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 及び $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ についてのみ、 $\pm 0.3T$ の範囲で微調整可能とする。一方、n が奇数の場合は、図 3 の区間 308、 $(\beta_{i-1}' + \alpha_i') T = 2T$ ($i = 3 \sim m-1$) で一定とする。

そして、同一分割数で $n = 2m$ 及び $2m+1$ の 2 種類のマーク長を記録するため、区間 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 及び区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ をそれぞれ約 $0.5T$ ずつ増減して長さを調整する。なお、熱干渉等の影響で、この値は正確に $0.5T$ となるとは限らないが、概ね $0.3T \sim 0.6T$ の範囲にある。 β_m 及び β_m' は、 $0 \sim 2$ の範囲にあってほぼ同じ値をとるが、 $\beta_m = \beta_m'$ することが好ましい。

図 3において、偶数長マーク $n T = 10T$ と奇数長マーク $n T = 11T$ のマーク長の差 $1T$ 分の記録は、以下の操作 1、2 によって行われる。

操作 1： 図 3 の区間 309 のように、区間 $(\beta_1' + \alpha_2') T$ の、 β_1' のみに Δ_1 を付加し、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ 、 $\alpha_2' = \alpha_c$ とする。

操作 2： 図 3 の区間 310 のように、区間 $(\beta_{m-1}' + \alpha_m') T$ に $\Delta_{mm} T$ を付加する。ここで、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m$ として、 Δ_{mm} を Δ_{m-1} と Δ_m とに分けて、 β_{m-1} には Δ_{m-1} を付加し、 α_m には Δ_m を付加する。尚、 Δ_{m-1} はゼロであってもよい。

本発明においては、 Δ_m を 0 よりも大きくする ($\Delta_m > 0$ とする) して、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とする。 Δ_m を 0 よりも大きくすることにより、同一分割数 m のうちの n が奇数である記録マーク後端部の形状が安定してジッタ特性が飛躍的に改善される。さらに好ましいのは、 Δ_{m-1} と Δ_m をほぼ等しい値とすることである。 Δ_{m-1} と Δ_m をほぼ等しくすれば、ジッタ特性を良好に保ちつつも、記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスにおけるレーザー光（パルス光）の発生を制御する電子回路（集積回路）の設計を簡便にすることができるようになる。

以上の操作は 3 以上の m において行われ、 Δ_1 、 Δ_{mm} は、 $0.3 \sim 0.6$ の値をとるものとする。 Δ_{m-1} 及び Δ_m は、 Δ_{mm} をどのように配分するかによって

値が決まり、 Δ_{m-1} は0～0.6の値をとり得、 Δ_m は0より大きく、0.6以下の値を取り得る。

前述したように、区間 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 、及び区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ をそれぞれ約0.5Tずつ増減して長さを調整するためには、 Δ_1 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、及び Δ_{mm} を0.6としてもよいが、 Δ_1 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m は、0.5以下の値とすることが好ましい。

以下、記録方式DVD1-1におけるmが3以上、m=2、及びm=1の場合についてそれぞれ説明する。記録方式DVD2-1については後述する。

記録方式DVD1-1においては、mが3以上では、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_m' = \beta_m$ とし、 α_i 及び α_i' は、 $i = 2 \sim m-1$ に対しては、 α_c でiによらず一定とする。また、 α_m 及び α_m' もmによらず一定値とする。さらに α_1 (α_1')は、0.7～1.4、 α_c は0.7～1.2、 α_m は0.7～1.2とする。

さらに、mが3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 α_c 、 $\beta_m (= \beta_m')$ 、 β_1 、 Δ_1 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m はmによらず一定とする。6倍速又は8倍速においては、 $\alpha_c = \alpha_i$ ($i = 2 \sim m-1$)は、まず、0.9～1の範囲の値とし、その後±0.2の範囲(0.7～1.2の範囲)で微調整を行う。 α_1 及び α_m は、まず α_c と同じ値を採用し、そして α_c より最大0.3程度大きい範囲で微調整を行うものとする。

ここで、m=2(n=4, 5)の場合に、m-1=1であるから、区間 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ は、区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ とも解される。この場合、 $(\beta_1' + \alpha_2') T$ を $(\beta_1 + \alpha_2) T$ より約1T長くするのであるが、より具体的には、 α_1 、 α_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれmが3の場合の α_1 、 α_1' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくするとともに、 β_1 をmが3の場合の β_1 又は β_{m-1} のいずれかと等しくし、 β_1' をmが3の場合の β_1' 又は β_{m-1}' のいずれかと等しくする。尚、「等しくする」とはいっても、±10%程度のずれは許容されるものとする。

このようにして、偶数長マークに対して、図3(b)の点線で示される記録パルス列303が得られ、奇数長マークに対して、図3(c)の点線で示される記録パルス列307が得られる。

なお、m=1(n=3)の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバ

イアスパワー照射区間 β_1' T からなる記録光の照射を行う。この場合、 α_1' は、2 以上の m における α_1' より 0.1 から 1.5 程度大きくし、 β_1' は 2 以上の m における β_1' より小さく、かつ、 β_m 、 β_m' と同じか、それらより大きくするのが好ましい。また、 β_1' の範囲は、0 以上 2 以下とすることが好ましい。

図 16 は、上記記録方式 D V D 1 - 2、及び 2 - 2 におけるパルス分割方法を実施する場合の、各記録パルスの関係の一例を示した図である。尚、図 16 (b) におけるマーク長 2 mT を形成するための記録パルス及びオフパルスの時間幅は、本来は、 $\alpha_1 T$ 、 $\beta_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、…、 $\alpha_m T$ 、 $\beta_m T$ と表されるが、図を見やすくする観点から、図 16 (b) においては、単に α_1 、 β_1 、 α_2 、…、 α_m 、 β_m と記載し、基準クロック周期 T の表示を省略してある。これは図 16 (c) においても同様である。

図 16 に示すように、n T マークの n のとり得る値が奇数であるか偶数であるかに分けて考える。分割数 m が同じ偶数長マークと奇数長マークのマーク長差 1 T の補正を、最後尾から 2 番目の記録パルス周期 ($\beta_{m-1} + \alpha_m$) T 及び最後尾のオフパルス $\beta_m T$ に分散して割り当てる。つまり、マーク長 1 T の補正をオフパルス長 $\beta_{m-1} T$ 及び $\beta_m T$ 、さらには最後尾の記録パルス区間パルス $\alpha_m T$ の調整にて行う。

この記録方式は、図 3 に示した記録方式（記録方式 D V D 1 - 1、2 - 1）と比較して、偶数、奇数マークで変化させる記録パルス及びオフパルスが、マークの後端部付近に集中しているので、記録マークの後端ジッタがより制御しやすくなる利点を有するのみならず、記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスにおけるレーザー光（パルス光）の発生を制御する電子回路（集積回路）の設計が簡便となる利点がある。また、可変とするパラメータ数が少ないという利点がある。

図 16 において、400 は周期 T の基準クロックをあらわす。

図 16 (a) は、長さ n T = 2 mT、もしくは n T = (2 m + 1) T の記録マークに対応したパルス波形であり、符号 401 が長さ 2 mT の記録マークの長さに、符号 402 が長さ (2 m + 1) T の記録マークの長さに対応する。図 16 (a) においては、m = 5 の場合が示してある。

図 16 (b) の 403 は、n = 2 m (= 10) の場合の分割記録パルスの波形

であり、図16(c)の406は、 $n = 2m + 1 (= 11)$ の場合の分割記録パルスの波形である。

T_{d_1} にTをかけた値は、 $\alpha_1 T$ 及び $\alpha_1' T$ のnTマークの前端T₀に対する遅延時間であり、通常はnによらず一定とし、さらに通常は、記録パルス発生回路の同期の取り易さから、 $(T_{d_1} + \alpha_1) T = (T_{d_1} + \alpha_1') T = 2T$ とするが、さらに±0.5T程度の微調整は許容する。特に、3T, 4T, 5Tマークにおいては、そのような遅延時間の微調整を行うことが好ましい。記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$)における記録パワーレベルはPwで一定であり、オフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$)におけるバイアスパワーレベルはPbで一定であり、マークとマークの間、すなわち $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$)及び $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$)以外の区間における光照射のパワーは消去パワーPeで一定とする。nが偶数である場合には、区間404では、 $(\beta_{i-1} + \alpha_i) T = 2T$ ($i = 2 \sim m$)で一定とする。ただし、 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 、及び $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ についてのみ、±0.3Tの範囲で微調整可能とする。一方、nが奇数の場合は、図16の区間407では、 $(\beta_{i-1}' + \alpha_i') T = 2T$ ($i = 2 \sim m - 1$)で一定とする。ただし、 $(\beta_1' + \alpha_2') T$ は $(\beta_1 + \alpha_2) T$ と等しくする。

そして、同一分割数で $n = 2m$ 及び $2m + 1$ の2種類のマーク長を記録するために、区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ をそれぞれ約1T増減して長さを調整する。なお、熱干渉等の影響で、この値は正確に1Tとなるとは限らないが、概ね0.5~1.2Tの範囲とする。 β_m と β_m' とは、0~2の範囲(記録方式DVD2-2では、 $\beta_m' = 0 \sim 3$ の範囲)でほぼ同じ値をとるが、マーク後端ジッタへの影響を補正するために、 β_m 、 β_m' も個別に微調整する。特に、記録方式DVD2-2では $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ とし、 β_m に Δ_m' ($= 0 \sim 1$)を付加する。

図16において、偶数長マーク $nT = 10T$ と奇数長マーク $nT = 11T$ のマーク長の差1T分の記録は、以下の操作3によって行われる。

操作3： 図16の区間408のように、区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ に $\Delta_{mm} T$ を付加して、 $(\beta_{m-1}' + \alpha_m') T$ とする。ここで、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m$ として、 Δ_{mm} を Δ_{m-1} と Δ_m とに分けて、 β_{m-1} には Δ_{m-1} を付加し、 α_m には Δ_m を付加する。また、マーク後端のジッタへの影響を補正するため、 β_m に Δ_m' を付加して、 β_m' とする。

以上の操作は3以上のmにおいて行われ、 Δ_{mm} は、0.5～1.2の値をとるものとする。 Δ_{m-1} 、及び Δ_m は、 Δ_{mm} をどのように配分するかによって、 Δ_{m-1} は0～0.6（記録方式DVD2-2では、0～0.7）、 Δ_m は0より大きく0.6以下の値をとり得る。 Δ_{m-1} はゼロであってもよいが、 Δ_m は0よりも大きくして、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とする。 Δ_m を0よりも大きくすることにより、同一分割数mのうちのnが奇数である記録マーク後端部の形状が安定してジッタ特性が飛躍的に改善される。さらに好ましいのは、 Δ_{m-1} と Δ_m とをほぼ等しい値とすることである。 Δ_{m-1} と Δ_m とをほぼ等しくすれば、ジッタ特性を良好に保ちつつも、パルス光の発生を制御する電子回路（集積回路）の設計を簡便にできるようになる。

Δ_m' は0～1の値をとり、より好ましくは0～0.6の値をとる。特に4倍速程度より低線速度では、6、8、10、又は12倍速における場合より、 Δ_m' は大きくするのが好ましい。一方、6、8、10、又は12倍速では、 $\Delta_m' = 0$ とするのが好ましい。

以下、記録方式DVD1-2におけるmが3以上、m=2、及びm=1の場合についてそれぞれ説明する。記録方式DVD2-2については後述する。

記録方式DVD1-2においては、mが3以上では、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1$ とし、 α_1 及び α_1' は、 $i = 2 \sim m-1$ に対しては、 α_c でiによらず一定とする。また、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ は、0.7～1.4の範囲の値をとり、 α_c 及び α_m は0.7～1.2の範囲の値とする。より好ましくは、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 α_c 、及び α_m は0.7～1の範囲とする。

さらに、mが3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 β_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' はmによらず一定とする。6倍速又は8倍速においては、 $\alpha_c = \alpha_i$ ($i = 2 \sim m$) は、まず、1とし、その後さらに±0.2の範囲で微調整を行うのが好ましい。 α_1 及び α_m は、まず α_c と同じ値を採用し、そして α_c より最大0.3程度大きい範囲で微調整を行う。 Δ_m 、 Δ_{m-1} は約0.4を初期値とし、所定のマーク長が得られるように微調整を行う。また、区間410の β_m' はまず、区間405の β_m と等しくし、その後、微調整を行う。

ここで、m=2の場合に、 $(\beta_1' + \alpha_2')$ Tを $(\beta_1 + \alpha_2)$ Tより約1T長くするのであるが、m-1=1であるから、それぞれを、 $(\beta_{m-1}' + \alpha_m')$

T 及び $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ とみなすことができる。そして、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m=3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2, \beta_2', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくする。ただし、 $m=2$ の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2$ 及び β_2' は、 $\pm 10\%$ 程度の微調整をさらに行っても良い。

このようにして、偶数長マークに対して、図 16 (b) の点線で示される記録パルス列 403 が得られ、奇数長マークに対して、図 16 (c) の点線で示される記録パルス列 406 が得られる。

なお、 $m=1$ ($n=3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。この場合、 α_1' は、2 以上の m における α_1' より 0.1 から 1.5 程度大きくするのが好ましい。また、 β_1' の範囲は、 0 以上 2 以下とすることが好ましい。

記録方式 DVD 2-1においては、記録方式 DVD 1-1 と同様のルールで偶数長マークと奇数長マークを記録し、記録方式 DVD 2-2においては、記録方式 DVD 1-2 と同様のルールで偶数長マークと奇数長マークを記録するのであるが、 α_i, α_i' ($i=1 \sim m$) は、6 から 12 倍速の線速で記録する場合より小さな値とし $0.1 \sim 1$ の範囲とする。これに伴い、 β_i, β_i' ($i=1 \sim m$) は、6 倍速、8 倍速、10 倍速、又は 12 倍速の線速で記録する場合より大きい値とする。さらに、記録方式 DVD 2-2 の場合には、特に Δ_m' を 0 以上 1 以下の範囲で可変とする。また、 $\Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m'$ を 0.5 以上 1.5 以下の範囲とするのが好ましい。

記録方式 DVD 1-1 あるいは記録方式 DVD 1-2 において最大線速度 V_{max} を 6、8、10、又は 12 倍速とした場合の α_i, α_i' を $\alpha_{i0}, \alpha_{i0}'$ とするとき、同一媒体を 2 倍速、2.5 倍速、3 倍速、4 倍速（すなわち、線速 V を $2V_1, 2.5V_1, 3V_1$ 、及び $4V_1$ のいずれかとして）で記録方式 DVD 2-1 あるいは記録方式 DVD 2-2 において記録する場合には、概ね、 $\alpha_i = \eta (V/V_{max}) \alpha_{i0}, \alpha_i' = \eta (V/V_{max}) \alpha_{i0}'$ と設定し、その後微調整 ± 0.1 程度の範囲で微調整を行う。

ここで、 η は $0.8 \sim 1.5$ の範囲の実数である。特に、 1.0 から 1.3 の範囲の値をまず採用し、その後、 $0.8 \sim 1.5$ の範囲に拡大して測定を行う。

なお、記録方式DVD 2-1、2-2においては、n=5において例外的なルールを適用しうるものとする。

つまり、記録方式DVD 2-1においては、m=2 (n=4、5)の場合には、 α_1 、 α_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれmが3の場合の α_1 、 α_1' 、 α_3 (α_m)、 α_3' (α_m')、 β_3 (β_m)、 β_3' (β_m')と等しくするとともに、 β_1 をmが3の場合の β_1 又は β_2 (β_{m-1})のいずれかと等しくし、 β_1' をmが3の場合の β_1' 又は β_2' (β_{m-1}')のいずれかと等しくする。但し、「等しくする」とはいっても、±10%程度のずれは許容されるものとする。また、m=2における α_2' 及び β_2' に関しては、さらに±0.5の範囲において値を変更しうるものとする。

また、記録方式DVD 2-2においては、m=2 (n=4、5)の場合には、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれm=3の場合の α_1 、 α_1' 、 β_2 (β_{m-1})、 β_2' (β_{m-1}')、 α_3 (α_m)、 α_3' (α_m')、 β_3 (β_m)、 β_3' (β_m')と等しくする。但し、「等しくする」とはいっても、±10%程度のずれは許容されるものとする。さらに、n=3の場合には、 β_1' は0以上3以下の範囲とすることが好ましい。

6倍速までの使用を想定するRW-DVDにおいては、2倍速と6倍速あるいは、3倍速と6倍速との記録特性を規定し、8倍速までの使用を想定するRW-DVDにおいては、2.5倍速と8倍速との記録特性又は、3倍速と8倍速との記録特性又は、4倍速と8倍速との記録特性をそれぞれ規定し、10倍速までの使用を想定するRW-DVDにおいては、4倍速と10倍速での記録特性を規定し、同様に、12倍速までの使用を想定するRW-DVDにおいては、4倍速と12倍速との記録特性又は、6倍速と12倍速との記録特性又は、4倍速と8倍速との記録特性をそれぞれ規定することで、後述のCAV記録方式やP-CAV記録方式、ZCLV記録方式に適した媒体を、ドライブでの記録再生互換性の観点から見てほぼ一義的に規定できる。この場合には、低線速側の測定における記録方式DVD 2-1又は2-2において、 α_i 、 α_i' 、 β_i 、 β_i' の値を上記のように線速に概ね比例するように定めておく ($\alpha_i = \eta (V/V_{max}) \alpha_{i0}$ 、 $\alpha_i' = \eta (V/V_{max}) \alpha_{i0}'$) ことが、媒体特性をより良好に規定できるので好ましい。

このようにして、最小線速と最大線速との比が2倍以上となる異なる記録速度範囲における、複数の記録線速度における書き換え型光記録媒体の特性を定義することは、記録ドライブからみた媒体の記録再生互換性を確保する点からも好ましい方法である。特に、記録方式DVD1-1は記録方式DVD2-1と組み合わせて用い、記録方式DVD1-2は記録方式DVD2-2と組み合わせて用いることがより好ましい。

このように特定範囲の媒体を規定する場合には、記録方式DVD1-2と記録方式DVD2-2を組み合わせて、最高線速度 V_{max} が6倍速、8倍速、10倍速、又は12倍速であるRW-DVDを規定することが特に好ましい。

さらに、このような6倍速、8倍速、10倍速、又は12倍速対応の媒体特性の規定方法において、記録方式DVD1-2において、特に以下のように限定した記録方式DVD1-3とすることで、より具体的に媒体特性を限定できる。従って、そのような媒体を複数の記録装置で記録する場合の互換性が確保できて好ましい。すなわち、

(記録方式DVD1-3)

$m=2$ 以上のマーク長においては、 $T_{d1}' = T_{d1} = 2 - \alpha c$ 、 $\alpha_1' = \alpha_1 = \alpha c$ ($i = 1 \sim m-1$)、 $\beta_1' = \beta_1 = 2 - \alpha c$ ($i = 1 \sim m-2$)、 $\alpha_m = \alpha c$ 、 $\beta_{m-1} = 2 - \alpha c$ で一定、かつ、 $\beta_{m-1}' = 1 + \Delta_{m0}$ ($0 < \Delta_{m0} \leq 0.7$)、 $\alpha_m' = 1 + \Delta_{m0}$ ($0 < \Delta_{m0} \leq 0.7$)、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ とし、 Δ_m 、 Δ_m' 、 β_m 、 β_m' を m によらず一定とする。ここで、 $m=2$ の場合、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' は、それぞれ、 $m=3$ の場合の β_2 (β_{m-1})、 β_2' (β_{m-1}')、 α_3 (α_m)、 α_3' (α_m')、 β_3 (β_m)、 β_3' (β_m')とみなす。 αc は $0.7 \sim 1.2$ 、より好ましくは $0.7 \sim 1$ 、特に好ましくは $0.9 \sim 1$ とする。

ここで、記録方式DVD1-3 (6、8、10、又は12倍速いずれか一つで適用)と、以下の記録方式DVD2-3 (2、2.5、3、4、又は5倍速のいずれか一つで適用)を組み合わせて、使用する最高線速度 V_{max} が6倍速、8倍速、10倍速、又は12倍速である相変化型リライタブルDVDを規定することが特に好ましい。

すなわち、(記録方式DVD2-3)

$m=2$ ($n=4$) 以上のマーク長においては、 $T_{d1}' + \alpha_1' = T_{d1} + \alpha_1 =$

2、 $\alpha_i = \alpha_c$ ($i = 1 \sim m$)、 $\alpha_{i'} = \alpha_c$ ($i = 1 \sim m-1$)、ただし、 $\alpha_c = 0$ 。 $1 \sim 1$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_{i'} = 2$ ($i = 2 \sim m-1$)、かつ、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m0}$ ($0 < \Delta_{m0} \leq 0.7$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_{m0}$ ($0 < \Delta_{m0} \leq 0.7$)、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) とし、さらに Δ_{m0} 、 β_m 、 Δ_m' を m によらず一定とする。ここで、 $m=2$ の場合、 β_1 、 α_2 、 β_2 は、それぞれ、 $m=3$ の場合の β_2 (β_{m-1})、 β_3 (β_m)、 α_3' (α_m') とみなす。

記録方式 D V D 1 - 3 及び 2 - 3においては、分割数 m が同一である偶数の記録マーク及び奇数の記録マークにおいて、奇数の記録マークを形成する際に、最後の一つ前のオフパルス区間 (β_{m-1}') と、最後の記録パルス区間 (α_m') とに等しい Δ_m (記録方式 D V D 1 - 3、2 - 3 では Δ_{m0} と表している。) を付与する点に特徴がある。等しい Δ_m (記録方式 D V D 1 - 3、2 - 3 では Δ_{m0} と表している。) を付与することによって、記録マークの形成を行う記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスのレーザー光 (パルス光) の発生を制御する電子回路 (集積回路) の設計が簡便になり、電子回路 (集積回路) コストダウンを図ることができるようになる。

特に、記録マーク後端部の形状を安定させてジッタ特性を改良する観点からは、 Δ_m を 0 より大きくすることが好ましい。具体的には、記録方式 1 - 3、2 - 3において Δ_{m0} を 0 より大きい Δ_{m0} とし、 Δ_{m0} を $0 < \Delta_{m0} \leq 0.7$ の範囲とすることが好ましい。記録マーク後端部の形状を安定化するためにさらに好ましいのは、 Δ_{m0} を $0 < \Delta_{m0} \leq 0.6$ の範囲とすることである。

また、 n が奇数である記録マークの後端部の形状を安定化してジッタ特性を改良する観点から、 Δ_m' を $0 \leq \Delta_m' \leq 1$ の範囲とするのが好ましく、 $0 \leq \Delta_m' \leq 0.6$ の範囲とするのがより好ましく、 $0 \leq \Delta_m' \leq 0.5$ の範囲とするのが特に好ましい。

そして、各線速度において、図 17 の手順に従って、最小限のパラメータの最適値を見出していく。すなわち、

- 1) P_w 及び P_e の暫定値 P_{w_a} 、 P_{e_a} を決める。
- 2) 偶数マーク及びスペース長 ($n = 4, 6, 8, 10, 14$ をすべて含む) だけからなる E F M + 信号を P_{w_a} 、 P_{e_a} 、 P_{b_a} を照射して記録する。 α_c 、 β

m_m を可変として、 $m_{14} = 0.55 \sim 0.8$ となる範囲内で、1倍速再生時に各マーク長及びスペース長が所定の長さとして再生され、ジッター値が15%以下となるような α_c 、 β_m を決める。

3) 続いて、上記偶数長マーク及びスペース長だけからなるE FM+信号に、 $n = 3$ 以外の奇数マーク長およびスペース長($n = 5, 7, 9, 11$ をすべて含む)を加えてなるE FM+信号を P_{w_a} 、 P_{e_a} 、 P_{b_a} を照射して記録する。 α_c 、 β_m は、上記値を用い、 $\Delta_{m_0} = \Delta_{m-1} = \Delta_m$ 、 Δ_m' を可変として、1倍速再生時にジッター値が15%以下となるような値を見出す。

4) 最後に、3Tマーク及びスペースを加えた、完全なE FM+信号を P_{w_a} 、 P_{e_a} 、 P_{b_a} を照射して記録する。 $n = 2$ 以上のマーク長に関しては、上記、 α_c 、 β_m 、 $\Delta_{m_0} = \Delta_{m-1} = \Delta_m$ 、 Δ_m' 値を用いる。 $n = 3$ に関する、 T_{d_1}' 、 α_1' 、 β_1' のみ可変として、1倍速再生時にジッター値が15%以下となるような値を見出す。

5) P_{w_a} 、 P_{e_a} を可変として、 $m_{14} = 0.55 \sim 0.8$ の範囲で、主としてジッタ又はエラーレートが最小となるよう P_w 、 P_e の微調整を行う。

という手順である。各ステップにおいて、 $m_{14} = 0.55 \sim 0.8$ 、ジッタ15%以下が得られなければ、その媒体は本発明要件を満足しないといえる。

なお、図17において、 P_e / P_w 比及び P_w の初期値は以下のようにして求められる。

14Tのマーク長とスペース長のみからなる繰り返しパターン(14Tデータと呼ぶ)を $P_e = 0$ として P_w のみ可変としながら、未記録状態の溝内に記録を行う。この状態で m_{14} が $0.55 \sim 0.8$ の範囲となる P_w を求めて初期値 P_{w_a} を求める。もし、 P_w を増加させたときに、 m_{14} が $0.55 \sim 0.8$ の範囲を超えてさらに増加するようならば、 m_{14} が0.7程度となる P_w 値を初期値 P_{w_a} とする。次に、該 P_{w_a} で記録された14Tデータ信号に P_e を直流的に照射して、14Tデータ信号のキャリアレベルの低下率をdB(デシベル値)で測定する。 $P_e / P_{w_a} = 0.2 \sim 0.6$ の範囲で P_e を増加させながら、この操作を繰り返し、キャリアレベルの低下率が25dBを超える最初の P_e を P_e の初期値 P_{e_a} とする。 P_b の初期値 P_{b_a} としては、 $0 < P_{b_a} < 1\text{mW}$ なるパワーで再生時にサーボが安定する程度の再生光パワーと等しいパワーを選ぶ。

なお、本明細書において「オーバーライト」とは、一般に、一旦記録したデータを、特定の処理により、均一な未記録・消去状態に戻すことなく新たなデータを上書きすることを示す。ただし、本発明においては、初期の均一な未記録・消去状態に記録を行う場合もオーバーライトと把える。例えば、上記記録方式DVD 1-1、1-2、2-1、又は2-2を用いて光記録媒体の特性を評価する場合の「10回オーバーライト」とは、初期の結晶状態に最初の記録（1回オーバーライト）を行ない、次いで9回オーバーライトを行なうことを意味する。これは、以下の説明においても同様の意味に用いる。

また、記録方式DVD 1-1、1-2、2-1、及び2-2における「 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 2$ 」との規定は、 $(\alpha_i + \beta_{i-1})$ が基準クロック周期Tとの2倍の時間的長さであることを意味しており、回路設計上不可避的に生じるゆらぎ程度の誤差は含みうるものであり、具体的には、0.1T程度の差は、実質的に等しいとみなされる。同様に、上記において、例えば特定の α_i を他の α_i 乃至は α_i' と「等しくする」又は「一定にする」というような場合においても、電子回路で実現する上で不可避のばらつきは許容されるものとする。

さらにまた、記録方式DVD 1-1、1-2、2-1、又は2-2における記録光の波長は630~660 nm程度の範囲でばらついていても大きな問題とはならない。相変化媒体では、このような波長範囲における波長依存性は極めて小さいからである。

2. 媒体の記録層について

本発明の書換え型光記録媒体においては、非晶質マークの高速結晶化による短時間の消去と、非晶質マークの経時安定性とを両立させることが重要である。なおかつ、再生専用CD-ROMドライブ又はDVD-ROMドライブと再生互換をとるために、基準となる光学系において、高変調度を満足すると共に、反射率その他のサーボ信号特性等を満足させるのが好ましい。

高速結晶化と経時安定性とを両立するには、基板上に設けられる相変化型記録層の材料の選択がまず重要となる。本発明では該記録層の結晶化速度を速めることが重要であり、これは記録層の組成を調整することにより達成される。

本発明においては、結晶化速度を高めるために、前記相変化型記録層にSbを主成分とする組成を用いることが好ましい。なお、本発明において、「所定組成

又は所定元素を主成分とする」とは、所定組成又は所定元素が含まれる層全体のうち、前記所定組成又は前記所定元素の含有量が50原子%以上であることを意味する。Sbを主成分とする理由は、Sbの非晶質は、非常に高速で結晶化できるため、非晶質マークを短時間で結晶化することが可能となる。このため、非晶質状態の記録マークの消去が容易となる。この点から、Sbの含有量は60原子%以上であることが好ましく、70原子%以上であることがより好ましい。しかし、一方で、Sb単独で用いるよりも、非晶質形成を促進させ、かつ非晶質状態の経時安定性を高めるための添加元素をSbと共に併用することが好ましい。相変化型記録層の非晶質形成を促進させ、かつ非晶質状態の経時安定性を高めるためには、上記添加元素の含有量を、通常1原子%以上、好ましくは5原子%以上、より好ましくは10原子%以上とし、一方、通常30原子%以下とする。

非晶質形成を促進させ、かつ非晶質状態の経時安定性を高める上記添加元素は、結晶化温度を高める効果もある。このような添加元素としては、Ge、Te、In、Ga、SnPb、Si、Ag、Cu、Au、希土類元素、Ta、Nb、V、Hf、Zr、W、Mo、Cu、Cr、Co、窒素、酸素、及びSe等を用いることができる。これら添加元素のうち、非晶質形成の促進、非晶質状態の経時安定性の向上、及び結晶化温度を高める観点から、好ましいのはGe、Te、In、Ga、及びSnからなる群から選ばれる少なくとも1つとすることであり、特に好ましいのは、Ge及び／又はTeを用いることである。

上述の通り、本発明においては、相変化型記録層の材料として、SbとGe及び／又はTeを併用することが特に好ましい。Ge及び／又はTeをSbに添加する際には、相変化型記録層中におけるGeの含有量は、1原子%以上30原子%以下とすることが好ましく、Teの含有量は0原子%以上30原子%以下とすることが好ましい。但し、相変化型記録層の主成分をSbとした場合にSbの含有量は50原子%以上となるため、Sbと共にGe及びTeを相変化型記録層に含有させる場合、Ge及びTeの合計量は50原子%よりは少なくなるのが好ましい。さらに、TeとGeとを比較するとGeを含有させる方がより好ましい。

相変化型記録層中におけるGe又はTeのそれぞれの含有量は、より好ましくは3原子%以上、さらに好ましくは5原子%以上とする。この範囲とすれば、非晶質マークを安定化する効果が十分に発揮されるようになる。一方、相変化型記

録層中におけるGe又はTeのそれぞれの含有量は、より好ましくは25原子%以下、さらに好ましくは20原子%以下とする。この範囲とすれば、非晶質が安定になりすぎて逆に結晶化が遅くなるという傾向を良好に抑制することができるようになり、結晶粒界での光散乱によるノイズを抑制することができるようになる。また、Ge及びTeの合計含有量は、30原子%以下が好ましく、25原子%以下とすることがより好ましい。この範囲とすれば、非晶質が安定になりすぎて逆に結晶化が遅くなるという傾向を良好に抑制することができるようになり、結晶粒界での光散乱によるノイズを抑制することができるようになる。

本発明の光記録媒体における相変化型記録層に用いる好適な記録層材料の組成は、相変化型記録層中に含有されるTeの量によって、2種類に分類することができる。一つは、Teを10原子%以上含有する組成であり、もう一つはTeを10原子%未満含有する組成（Teを含有しない場合を含む）である。

そのひとつは、記録層材料を、Teを概ね10原子%以上含みつつ、Sb₇₀Te₃₀共晶組成よりも過剰のSbを含有する合金が主成分である組成範囲とすることである。具体的には、Sb/Teを4.5以上、好ましくは5.5以上、一方7.3以下とすることである。

上記記録材料の組成の具体例としては、SbとTeとにGeをさらに含んだ組成を挙げることができる。すなわち、Sb₇₀Te₃₀共晶点組成を基本として大幅に過剰のSbを含むSb₇₀Te₃₀合金を母体とし、さらにGeを含む、Ge_y(Sb_xTe_{1-x})_{1-y}（ただし、0.01≤y≤0.06、0.82≤x≤0.9）である組成を主成分とする合金を、上記記録層材料の好ましい組成として挙げができる。なお、本発明では、組成を原子数比で表す。従って、例えばy=0.06は、6原子%を意味する。

Sb₇₀Te₃₀より過剰のSbを含む2元合金をベースとし、さらにGeを含んだGe-Sb-Te組成の合金（以下Ge-Sb-Te共晶系と呼ぶ）を相変化型記録層に用いると、10から12倍速でオーバーライト可能なCD-RWを得ることができる（特開2001-229537号公報）。この場合、母体となるSb-Te合金の組成Sb_xTe_{1-x}は、0.7<x≤0.8の範囲内に限られる。この材料組成においてさらにSb/Te比を高めると、結晶化速度をさらに速めることができ。従って、Sb/Te=4.5以上（0.82≤x）とすることで、

24倍速における消去比だけに着目すれば、その値を20dB以上と高くすることはできる。しかし、本発明者らの検討によれば、単純にSb/Te比を高めるだけでは、光記録媒体製造後の初期結晶状態（未記録状態）でのノイズが下がらず、ジッタが高くなり、1倍速再生でマーク及びスペースジッタが35nsec以下というCD-RW信号品質の要件を満足できる光記録媒体を得ることができないことが判明した。

すなわち、Teを10原子%以上含みSb/Te比が4.5以上と高い組成では、Ge含有量が6原子%を超えると結晶粒界での光散乱によるノイズが非常に高くなる。Ge含有量が6原子%を越えると、GeTe相が生成して結晶粒界における不整合が顕著な多結晶構造が形成されやすくなるために上記光散乱によるノイズが非常に高くなると推定される。つまり、Teを10原子%以上含みSb/Te比が4.5以上と高い組成では、Ge含有量が6原子%を超えると、未記録の結晶状態すでにノイズが高くなるため、ジッタが高くなつてCD-RWとして良好な記録特性を得ることが困難になる。さらに、GeとTeとの原子比が近い場合、GeTe相の析出によるものと考えられるノイズの上昇が発生する傾向にあるため、GeとTeとの原子比は、1:3以上とすることが好ましく、1:4以上とするのがより好ましい。一方、TeがGeに対して過度に含有されると非晶質マークの経時安定性が低下する傾向があるため、GeとTeとの原子比は、1:20以下とすることが好ましく、1:15以下とすることがより好ましい。

また、単純にSb/Te比を高めた組成では、結晶化速度が速くなりすぎるあまり、非晶質マークが室温近傍でも短時間で再結晶化する傾向があり、信頼性も高く良好なオーバーライト記録特性を有するCD-RWを実現するのは困難であることも判明した。

そこで、本発明者らはさらに検討を進めた結果、Sb/Te比を高めるとともにGe含有量を6原子%以下とし、光記録媒体製造後の初期結晶状態を更に制御することで、高品質な記録信号品質を維持しながら24倍速でのオーバーライトが可能な書き換え型光記録媒体を得ることができることを見出した。

上記Ge-Sb-Te共晶系組成における、媒体製造後の初期結晶状態を制御するために重要な、記録層成膜後の初期化条件についての詳細は後述し、まずGe-Sb-Te共晶系組成について述べる。

G e S b T e 共晶系組成における好ましい組成は、S b T e 共晶点組成より過剰のS b を含む2元合金に非晶質マークの経時安定性及びジッタの改善のためにG e を添加した3元合金をベースとするものと考えることができる。この際、G e の添加により、G e S b T e 共晶系組成における過剰S b による高速結晶化機能を損ねることなく、非晶質マークの経時安定性を高めることができると考えられる。G e は、同属のS i , S n , P b に比べて特異的に、非晶質マークの安定性を改善する効果がある。また、G e は、結晶化温度を高めるとともに、結晶化的活性化エネルギーを高めるのに最も有効な元素であると考えられる。

G e 量は、 $G e_y (S b_x T e_{1-x})_{1-y}$ におけるyの値として0.01以上、特に、0.02以上であることが好ましい。一方このようにS b 含有量が多いS b T e 共晶組成では、G e 量が多すぎると、G e T e やG e S b T e 系の金属間化合物が析出するとともに、S b G e 合金も析出しうるために、相変化型記録層中に光学定数の異なる結晶粒が混在すると推定される。そして、この結晶粒の混在により、記録層のノイズが上昇しジッタが増加することがある。また、G e をあまりに多く添加しても非晶質マークの経時安定性の効果が飽和するため、通常G e 量は、上記式 $(G e_y (S b_x T e_{1-x})_{1-y})$ におけるyの値として、0.06以下、好ましくは0.05以下、より好ましくは0.04以下である。

一方、過剰S b が少なすぎると、再結晶化速度が低すぎて20倍速以上といった高線速で良好なオーバーライトができない場合があるので、特に、24倍速でオーバーライト可能な媒体では、S b /T e を5.5以上 $(G e_y (S b_x T e_{1-x})_{1-y})$ におけるxの値として、 $0.85 \leq x$ ）、一方6.5以下 $(G e_y (S b_x T e_{1-x})_{1-y})$ におけるxの値として、 $x \leq 0.87$ ）とすることが好ましい。

G e S b T e 共晶系の組成を用いる場合、更に好ましいのは、上記G e S b T e 共晶系組成にさらにI n 、G a を含有させる系である。すなわち、M_z G e_y
 $(S b_x T e_{1-x})_{1-y-z}$ ($0.01 \leq z \leq 0.1$ 、 $0.01 \leq y \leq 0.06$ 、 $0.82 \leq x \leq 0.9$ であり、MはG a 及びI n からなる群から選ばれた少なくとも一種の元素を表す。) で表される組成を主成分とする前記相変化型記録層を用いることである。

上記M=G a , I n で示される一群の元素のうち少なくとも1種を添加するこ

とによりさらに特性が改善される。In、Gaはジッタの低減に効果がある。ただし、元素Mの量が多くすると特定の物質の経時的偏析や繰返しオーバーライトによる偏析が起こりやすくなるため、元素Mの添加量は、 $M_z Ge_y (Sb_x Te_{1-x})_{1-y-z}$ 式におけるzの量として、好ましくは0.1以下、より好ましくは0.09以下とする。一方、In、Gaの添加によるジッタの低減の効果を発現させるためには、上記zの値は、好ましくは0.01以上、より好ましくは0.03以上、さらに好ましくは0.05以上とする。

GeSbTe共晶系の組成において、In、Ga以外に含みうる元素としては窒素、酸素及び硫黄を挙げることができる。これら元素は、繰返しオーバーライトにおける偏析の防止や光学特性の微調整ができるという効果がある。窒素、酸素及び硫黄の含有量は、Sb、Te及びGeの合計量に対して5原子%以下であることがより好ましい。

また、Sn、Cu、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、CoをGeSbTe共晶系の組成に含有させることもできる。これら元素は、ごく微量の添加により、結晶成長速度を低下させることなく、結晶化温度を上昇させ、さらなる経時安定性の改善に効果がある。ただし、これら元素の量が多くすると特定の物質の経時的偏析や繰返しオーバーライトによる偏析が起こりやすくなるため、添加量は、通常1原子%以上とし、通常5原子%以下、好ましくは3原子%以下とする。偏析が生じると、記録層が初期に有する非晶質の安定性や再結晶化速度等が変化して、オーバーライト特性が悪化することがある。

ここで、上述の記録層組成が他の組成に比して特に好ましいことを説明する。

InGeSbTe合金については特開平1-63195号公報、特開平1-14083号公報、特開平5-16528号公報、特開平9-293269号公報にも記載があるが、いずれもGeTe-Sb₂Te₃擬似2元合金近傍組成を好ましいとしている。

本発明の前記組成はこれらとは異なり、SbTe共晶組成を主成分とし、大幅に過剰のSbを含む組成である。

本発明においては、相変化記録層の結晶状態において、前記記録層が同一の結晶相を主体として形成されていることが好ましい。その結果、ノイズが減少し、保存安定性が向上し、高速での結晶化が容易となる等の特性を得ることができる。

Sb₂Te₃等の六方晶構造を有する結晶相やSb等の立方晶ではあるが格子定数が大きく異なる結晶相、さらにはSb₇Te、Sb₂Te₃等のその他の空間群に属する他の結晶相が同時に存在する場合、格子不整合の大きな結晶粒界が形成される結果、マークの周辺形状が乱れたり、光学的なノイズが発生したりすると考えられるのに対し、同一の結晶相からなる場合には、このような結晶粒界が生じず、ノイズの減少、保存安定性の向上、及び高速結晶化等が可能となる。

ここで、記録層を同一の結晶相とするためには、媒体製造後の結晶状態を制御することが重要となる。これは、記録層を基板上に成膜した後の初期結晶化操作を行う際の初期結晶化条件の制御が重要であることを意味する。GeSbTe共晶系の組成における上記初期結晶化操作の詳細については後述する。

本発明に用いるSbを主成分とする記録層は、結晶成長が主体の結晶化過程を示す。すなわち、通常、結晶化過程は、結晶化温度以上の相対的に低温領域で起きる結晶核生成と、むしろ融点直下の相対的に高温領域で進行する結晶核の成長という2つの過程を経るが、本発明に用いるSbを主成分とする記録層は、結晶核生成が少なく、結晶成長速度が極めて速いという特徴を有する。

本発明に用いる光記録媒体は、該光記録媒体を構成する記録層等の各層を成膜した後に、該記録層を初期結晶化して記録層を高反射率の未記録・消去状態として製品とされる。そして、記録層への情報の記録は、記録層に局所的に集束光ビームを照射して該記録層を溶融せしめ、急冷することで非晶質マークを形成することにより行う。一方、記録層からの情報の消去は、形成された前記非晶質マークを再結晶化することによって再び記録層を結晶状態に戻すことによって行う。

ここで、上記消去（再結晶化）は、その周辺の結晶相を結晶核として、非晶質マーク周辺部からの結晶成長で非晶質部を埋め尽くすことにより達成される。したがって、非晶質マーク内部での結晶核生成の寄与は少なく、融点直下に近い高温で進行する、周辺結晶部からの結晶成長の寄与が支配的である。

このような、周辺結晶部からの結晶成長が主体の光記録媒体における消去は、当然、非晶質マークのサイズに依存する（例えば、G. F. Zhou et al., Proc. SPIE, Vol. 4090 (2000)、108ページを参照）。特に、CDやDVDのようなマーク長変調記録においては、記録再生用の集束光ビーム進行方向に沿って細長いマークが形成されるので、上記消去は進

行方向に対して横断方向のマーク幅に依存する。つまり、マーク幅が広いほど、消去に時間がかかる。

したがって、最近開発が行われ始めた、波長 $\lambda = 400\text{ nm}$ 程度、集束光ビームの集束用対物レンズのNA=0.85程度の光学系（以下、青色記録系と称する）での高密度マーク長変調記録よりも、相対的に低記録密度であるCD-RW、RW-DVDの方が、非晶質マークの大きさが大きくなる分、高速消去が困難で、高速オーバーライト記録が難しいという事情がある。

本発明者らの検討によれば、特にSb/T_e比が同じ記録層組成ならば、概ね λ/NA で決まる集束光ビームの径の平方根とオーバーライト可能な線速度の上限とは反比例することがわかった。例えば、上記、青色記録系では、Geを添加したSbTe共晶系記録層を用いて、すでに20m/s程度でオーバーライト可能な記録層が本発明者らによって報告されている（Horie et al., Proc. SPIE, Vol. 4342 (2001)、76ページ）。青色記録系では、概ねSb/T_e比が4程度であっても20m/sでのオーバーライトが達成できる。しかしながら、RW-DVD系（ $\lambda = 660\text{ nm}$ 、NA=0.65）では、約14m/s程度までしかオーバーライトができない。また、CD-RW系（ $\lambda = 780\text{ nm}$ 、NA=0.5）では、11m/s程度でしかオーバーライトができない。つまり、青色記録系で、20m/s程度より高線速でオーバーライト可能な記録層を単純に適用しても、CD-RWでの18~20倍速やRW-DVDでの5倍速程度では良好なオーバーライトはできない。さらに、青色記録系では、結晶粒によるノイズの影響が低くて、Sb/T_e比が高く比較的結晶粒界ノイズの大きな記録層でも適用可能であるが、CD-RWやRW-DVDに適用する場合は、Sb/T_e比が高くなることによる結晶粒界のノイズの影響は無視できなくなる。

このため、SbTe共晶系材料をRW-DVD、CD-RWに適用するためには、Sb/T_eをより高くして、少なくとも4.5以上とせねばならない。一方、単純にSb/T_e比を高めれば良いのではなく、前述のような組成範囲及び後述のような初期化方法を工夫して、より結晶粒界によるノイズを低くするための対策を行う必要がある。また、室温近傍における非晶質マークの安定性にも一層注意を払わねばならない。もちろん、本発明に用いる光記録媒体の他の構成要素で

ある保護層等の膜厚等に関しても、変調度、 R_{t_0} を考慮した大幅な見直しが必要であることはいうまでもない。

相変化型記録層中に含有されるTeの量によって分類することができる、本発明の光記録媒体に用いるもう一つの好適な記録層材料の組成としては以下のものをあげることができる。すなわち、相変化型記録層の組成を、Sbを主成分としつつ、Teを10原子%未満とし、さらにGeを必須成分として含有するようにするのである。このような組成とすることにより、CD-RWの32倍速でのオーバーライトが可能となる。

上記相変化型記録層の組成の具体例としては、Ge₁₀Sb₉₀近傍組成の共晶合金を主成分とし、Teを10原子%未満含有する合金（本明細書においては、これをGeSb系共晶合金と呼ぶ場合がある。）を好ましく挙げができる。

Te添加量が10原子%未満の組成は、SbTe共晶ではなく、GeSb共晶を基本とするGeSb系共晶合金としての性質を有するようになる。このGeSb系共晶合金は、Ge含有量が10原子%程度と高くても、初期結晶化後の多結晶状態の結晶粒径は比較的微細なために結晶状態が单一相となりやすく、ノイズが低い。GeSb系共晶合金においては、Teは、付加的に添加されるにすぎず必須元素とはならない。

GeSb系共晶合金では、Sb/Ge比を相対的に高くすることで、結晶化速度を速めることができ、再結晶化による非晶質マークの再結晶化が可能である。

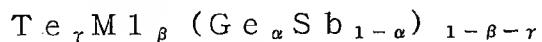
本発明者等の検討によれば、このGeSb系共晶合金を相変化記録材料として用いた光記録媒体は、CD-RWにおいて32倍速で消去比25dBを達成しうるほど、高速結晶化が可能でありながら、非晶質マークは、上記GeSbTe共晶系よりさらに安定であることがわかった。また、このGeSb系共晶合金を相変化記録材料として用いた光記録媒体は、上記GeSbTe共晶系で、24倍速、さらには、32倍速での消去を可能にするためにSb/Te比を高めた場合に見られるノイズの増加がなく、低ノイズでの記録が可能になるなどの特徴があることも見出した。

実際に、透過電子顕微鏡により、未記録又は消去状態の結晶状態にある記録層を剥離して観察したところ、これらGeSb共晶をベースとする合金記録層では、SbTe共晶をベースとする合金記録層よりも、結晶粒径が小さくなっている。

これが結晶粒界や結晶の異方性による光の散乱に由来するノイズの低下に有効であることがわかった。

ここで、このGeSb系共晶合金を主成分とする場合には、Geの含有量は1原子%以上、30原子%以下とするのが好ましい。

このようなGeSb系共晶合金の好ましい組成としては、



(ただし、 $0.01 \leq \alpha \leq 0.3$ 、 $0 \leq \beta \leq 0.3$ 、 $0 \leq \gamma < 0.1$ 、 $2 \leq \beta / \gamma$ 、 $0 < \beta + \gamma \leq 0.4$ であり、M1はIn、Ga、及びSnからなる群から選ばれる一つである。) を挙げることができる。GeSb2元共晶合金に、In、Ga、又はSnを添加することにより、結晶状態と非晶質状態の光学的特性差を大きくする効果を顕著とすることができます、CD-RW及びRW-DVDの互換媒体において高い変調度を得ることができるようになる。

上記TeM1GeSb系の組成においては、Geは、非晶質の形成を容易にし、非晶質の記録マークの保存安定性を高める働きがある。このため、Geの含有量を示す α は、通常0.01以上とするが、好ましくは0.03以上、より好ましくは0.05以上とする。一方で、Geの含有量が多くなると結晶化速度が低下するので、20m/s以上の高速記録でのオーバーライトにおける消去性能を確保するためには、 α は、通常0.3以下とするが、0.2以下とするのが好ましい。

また、上記TeM1GeSb系の組成においては、元素M1はIn、Ga、及びSnからなる群から選ばれる一つとする。

元素M1としてIn、Gaを用いることで、超高速記録におけるジッタが改善され、光学的なコントラストも大きくすることができるようになる。このため、In及び/又はGaの含有量を示す β は、通常0以上、好ましくは0.01以上、より好ましくは0.05以上とする。ただし、In又はGaが過度に多いと、消去状態として使用する結晶相とは別に、非常に低反射率のIn-Sb系、又はGa-Sb系の他の結晶相が形成されてしまう。特に、長時間保存した場合に、この結晶相が析出し、 R_{t_0} が低下する。従って、 β は、通常0.3以下、好ましくは、0.2以下、より好ましくは、0.15以下とする。尚、InとGaとを比較すると、Inの方がより低ジッタを実現できるため、上記M1はInとする

ことが好ましい。

一方、元素M 1としてSnを用いることで、超高速記録におけるジッタが改善され、光学的なコントラスト（結晶状態と非晶質状態の反射率差）が大きくとれるようになる。このため、Snの含有量を示す β は、通常0以上、好ましくは0.01以上、より好ましくは0.05以上とする。ただし、Snが過度多いと、記録直後の非晶質相が、低反射率の他の非晶質相に変化してしまう。特に、長時間保存した場合に、この安定化非晶質相が析出し、消去性能が低下する。従って、 β は、通常0.3以下、好ましくは0.25以下、より好ましくは0.2以下、更に好ましくは0.15以下、特に好ましくは0.12以下とする。

元素M 1として、In、Ga、及びSnのうち複数の元素を用いることもできる。元素M 1に複数の元素を用いる場合は、変調度を大きくする点から、In及びSnを含有させることが好ましい。In及びSnを含有させる場合、これら元素の合計含有量は、通常1原子%以上、好ましくは5原子%以上とし、通常40原子%以下、好ましくは30原子%以下、より好ましくは25原子%以下とする。

上記TeM 1GeSb系の組成においては、Teを含有することで超高速記録における消去比の経時的变化を改善することができるようになる。このため、Teの含有量を示す γ は、通常0以上とするが、好ましくは0.01以上、より好ましくは0.02以上、さらに好ましくは0.03以上、特に好ましくは0.05以上とする。ただし、Teが過度に多いと、ノイズが高くなる場合があるため、 γ は、通常0.1より小とするが、0.09以下とするのが好ましく、0.08以下とするのがより好ましく、0.07以下とするのがさらに好ましい。

尚、上記TeM 1GeSb系の組成において、Teと元素M 1とを含有させる場合は、これらの合計含有量を制御することが有効である。従って、Te及び元素M 1の含有量を示す $\beta + \gamma$ は、通常0より大きくするが、好ましくは0.01以上、より好ましくは0.05以上とすることである。 $\beta + \gamma$ を上記範囲とすることで、Te及び元素M 1を同時に含有させる効果が良好に発揮されるようになる。一方、GeSb系共晶合金を主成分とする効果を良好に発揮されるために、 $\beta + \gamma$ は、通常0.4以下、好ましくは0.35以下、より好ましくは0.3以下とする。一方、元素M 1とTeとの原子数比を表す β / γ は2以上とするのが好ましい。Teを含有させることによって光学的コントラストが低下する傾向に

あるため、Teを含有させた場合には、元素M1の含有量を若干多くする（ β を若干大きくする）ことが好ましい。

上記TeM1GeSb系の組成に添加しうる元素としては、Au、Ag、Pd、Pt、Si、Pb、Bi、Ta、Nb、V、Mo、希土類元素、N、O等があり、光学特性や結晶化速度の微調整等に使われるが、その添加量は、最大で10原子%程度である。

以上において最も好ましい組成の一つは、 $In_pSn_qTe_rGe_sSb_t$ ($0 \leq p \leq 0.3$ 、 $0 \leq q \leq 0.3$ 、 $0 < p + q \leq 0.3$ 、 $0 \leq r < 0.1$ 、 $0 < s \leq 0.2$ 、 $0.5 \leq t \leq 0.9$ 、 $p + q + r + s + t = 1$) なる合金系を主成分とする組成である。TeとIn及び／又はSnとを併用する場合には、 $(p + q) / r \geq 2$ とするのが好ましい。

上記組成を用いることにより、GeSb共晶系において、In、Snを含有させることによる変調度の増大が達成されるとともに、ジッタの低減も達成される。そして、Teを含有させることによって、消去能力の経時安定性も改善される。さらに、上記組成においては、いずれかの添加元素に由来する結晶相の出現が抑制され、実質的にSbの六方晶を基本とする単一相多結晶が安定的に形成される利点もある。

上記GeSbTe共晶系組成及びGeSb系共晶組成のいずれを記録層に用いる場合においても、記録層の結晶相は同一の結晶相を主体として形成されることが好ましい。このような結晶相の形態は、記録層の初期化方法に大きく依存する。即ち、本発明において好ましい上記結晶相を形成させるためには、記録層の初期化方法を下記のように工夫するのが好ましい。

記録層は通常スパッタ法等の真空中の物理蒸着法で成膜されるが、成膜直後のas-deposited状態では、通常非晶質であるため、通常はこれを結晶化させて未記録消去状態とする。この操作を初期化と称する（本明細書においては、初期化を「初期結晶化操作」又は「初期結晶化」という場合がある。）。初期化操作としては、例えば、結晶化温度（通常150～300°C）以上融点以下の固相でのオープンアニールや、レーザー光やフラッシュランプ光などの光エネルギー照射でのアニール、溶融初期化などの方法が挙げられるが、上記好ましい結晶状態の記録層を得るために、溶融初期化を用いるのが好ましい。固相で

のアニールの場合は、熱平衡を達成するための時間的余裕があるために、他の結晶相が形成されやすい一方で、溶融初期化を用いた場合は、固層よりも結晶核を生成しやすく、かつ熱平衡を達成するための時間が短くなり、単一の結晶相が形成されやすくなる利点がある。

溶融初期化においては、記録層を溶融させて再凝固時に直接再結晶化させてもよく、また、再凝固時にいったん非晶質状態とした後、融点近傍で固相再結晶化させてもよい。この際、結晶化の速度が遅すぎると熱平衡を達成するための時間的余裕があるために他の結晶相が形成されることがあるので、ある程度冷却速度を速めるのが好ましい。

溶融初期化においては、融点以上に保持する時間は、通常 $2 \mu s$ 以下、好ましくは $1 \mu s$ 以下とすることが好ましい。また、溶融初期化には、レーザ光を用いるのが好ましく、特に、走査方向にはほぼ平行に短軸を有する橍円型のレーザ光を用いて初期化を行う（以下この初期化方法を「バルクイレーズ」と称することがある）のが好ましい。この場合、長軸の長さは、通常 $10 \sim 1000 \mu m$ であり、短軸の長さは、通常 $0.1 \sim 10 \mu m$ である。なお、ここでいうビームの長軸及び短軸の長さは、ビーム内の光エネルギー強度分布を測定した場合の半値幅から定義される。使用する相変化媒体のオーバーライト記録可能な最高使用線速度より高い速度で走査した場合、初期化操作で一旦溶融した領域が非晶質化してしまうことがある。従って、オーバーライト記録可能な最高使用線速度以下の線速度で操作することが好ましい。なお、最高使用線速度そのものは、その線速度でオーバーライトして消去比を測定したときに、消去比が $20 dB$ を超えるような記録線速度の上限として定まる。レーザ光源としては、半導体レーザ、ガスレーザ等各種のものが使用できる。レーザ光のパワーは通常 $100 mW$ から $5 W$ 程度である。

G e S b T e 共晶系組成を用いる記録層における好ましい走査速度について説明する。

特開 2001-229537 号公報で開示されたような 10 から 12 倍速をオーバーライト可能な最高使用線速の上限とする S b / T e 比が 4 以下の G e S b T e 共晶系組成においては、好ましい走査速度は、 $3 \sim 10 m/s$ 程度となる。また、特開 2001-331936 号公報に開示されたような 16 倍速程度のオーバーライト可能な最高使用線速の上限とする S b / T e 比が 4 以下の G e S b T e 共晶系組成においては、好ましい走査速度は、 $10 \sim 20 m/s$ 程度となる。

一バーライトを想定したGeSbTe共晶系組成においても、好ましい走査速度は、3～10m/s程度となる。このように、使用するオーバーライト線速度が高まるにつれ、初期化時の走査速度は速まる傾向があった。

これに対し、本発明のように、Sb/Te比を4.5以上と非常に高くしたGeSbTe共晶系組成においては、むしろ0.1～3m/sの低線速、特に好ましくは、2m/s程度の低線速とする方が、良好な初期結晶化を行うことができる判明した。

一方で、GeSb系共晶組成（GeSb系共晶合金）の記録層においては、高線速度で走査しながら初期化することが望ましく、概ね10～20m/sで初期化すればよい。

バルクайлーズによる初期化の際、例えば円盤状の記録媒体を使用した際、精円ビームの短軸方向をほぼ円周方向と一致させ、円盤を回転させて短軸方向に走査するとともに、1周（1回転）ごとに長軸（半径）方向に移動させて、全面の初期化を行うことができる。1回転あたりの半径方向の移動距離は、ビーム長軸より短くし、同一半径領域がレーザー光ビームで複数回照射されるようになるのが好ましい。その結果、確実な初期化が可能となると共に、ビーム半径方向のエネルギー分布（通常10～20%）に由来する初期結晶化状態の不均一を回避することができる。一方、移動量が小さすぎると、かえって前記他の好ましくない結晶相が形成されやすいので、上記1回あたりの半径方向の移動距離は、通常ビーム長軸の1/2以上とする。

良好に溶融再結晶化が行われたかどうかは、実際の1μm程度の記録光で非晶質マークを複数回オーバーライトした後の消去状態（結晶状態）の反射率R1と、初期結晶化後の未記録状態の反射率R2とが実質的に等しいかどうかで判断できる。ここで、非晶質マークが断続的に記録されるような信号パターンを用いた場合には、R1の測定は、通常は5から100回程度の複数回のオーバーライト後に行う。このようにすることにより、一回の記録だけでは未記録状態のまま残りうるマーク間の反射率の影響を除去する。

反射率R1を測定するための上記消去状態は、必ずしも記録用集束レーザー光を実際の記録パルス発生方法に従って変調しなくても、記録パワーを直流的に照射して記録層を溶融せしめ、再凝固させることによっても得られる。

本発明には、R 1 と R 2 とで定義される下記式 (F 1) の値が 10 (%) 以下、特に 5 (%) 以下となるようにするのが好ましい。

$$2 | R_1 - R_2 | / (R_1 + R_2) \times 100 \% \cdots (F 1)$$

例えば、R 1 が 17 % 程度の相変化媒体では、概ね R 2 が 16 ~ 18 % の範囲にあればよい。

そして、上記 (F 1) を満たすようにするためには、概ね実際の記録条件と等しい熱履歴を初期結晶化によって与えるのが好ましいのである。

また、このような初期化を施した未記録状態、又はこれに複数回オーバーライトを行った後の消去状態にある S b を主成分とする合金記録層（結晶状態）を剥離して、透過電子顕微鏡により記録層を観察したところ、純粋な S b の六方晶に近い結晶相のみが見られる单一相を形成し、その結晶粒が記録面内方向に関して特定方向に配向していることもわかった。

3. 媒体の層構成について

次に、本発明に用いられる媒体の層構成及び記録層以外の層について説明する。層構成及び記録層以外の層の組成を制御することは、記録層の高速結晶化及び記録マークの経時安定性を両立させつつ、媒体の光学特性を特定範囲とし CD 又は DVD との再生互換性を保つために重要である。

本発明の媒体の基板には、ポリカーボネート、アクリル、ポリオレフィンなどの樹脂、あるいはガラスを用いることができる。なかでもポリカーボネート樹脂が最も好ましい。これは、ポリカーボネートが CD 又は DVD において最も広く用いられている実績もあり安価でもあるためである。尚、基板側から収束光ビームが入射する場合には、基板は透明であることが好ましい。基板の厚さは通常 0.1 mm 以上、好ましくは 0.3 mm 以上、一方、通常 20 mm 以下、好ましくは 15 mm 以下である。一般的には、CD の場合は 1.2 mm 程度とされ、DVD の場合は 0.6 mm 程度とされる。

DVD の場合、このような基板の上に反射層や保護層等の所定の層を介して相変化型記録層を設け、さらにこの相変化型記録層上に保護層等の所定の層を介して再度基板が設けられる。すなわち、DVD においては、相変化型記録層の上下を 2 枚の基板で挟むような構造を採用する。

記録層は、記録時の高温による変形を防止するためその上下を保護層で被覆さ

れていることが望ましい（説明の便宜上、記録層に対して入射される光の側にある保護層を下部保護層、反対側にある保護層を上部保護層と称することがある。）。

現行 C D 又は D V D システムとの互換性を維持するために、望ましい媒体の層構成は、基板上に、下部保護層、記録層、上部保護層及び反射層を設けるようにすることである。この場合、基板と反対側の表面を紫外線もしくは熱に対して硬化性の樹脂で被覆（保護コート）することができる。

記録層、保護層及び反射層は、スパッタリング法によって形成することができる。この場合、記録膜用ターゲット、保護膜用ターゲット及び必要な場合には反射層材料用ターゲットを同一真空チャンバー内に設置したインライン装置でスパッタリングによる膜形成を行うことが、記録層、保護層、及び反射層の各層間ににおける酸化や汚染を防ぐ点で望ましい。

保護層に用いられる材料としては、屈折率、熱伝導率、化学的安定性、機械的強度、密着性等に留意して決定される。一般的には透明性が高く高融点である金属や半導体の酸化物、硫化物、窒化物、炭化物や C a 、 M g 、 L i 等のフッ化物を用いることができる。これらの酸化物、硫化物、窒化物、フッ化物は必ずしも化学量論的組成をとる必要はなく、屈折率等の制御のために組成を制御したり、混合して用いることも有効である。

繰返し記録特性を考慮すると誘電体の混合物が好ましい。より具体的には、 Z n S や Z n O 、希土類硫化物と酸化物、窒化物、炭化物等の耐熱化合物との混合物が挙げられる。これらの保護層の膜密度はバルク状態の 80 % 以上であることが機械的強度の面から望ましい。

本発明においては、保護層、特に上部保護層の熱伝導率をできるだけ小さくするのが好ましい。具体的には、熱伝導率が $1 \text{ J} / (\text{m} \cdot \text{k} \cdot \text{s})$ 以下のものを使用するのが好ましい。このような材料としては、 Z n S やこれを 50 mol % 以上含む混合物を挙げることができる。

下部保護層膜厚は通常 30 nm 以上であるが、 50 nm 以上とすることが好ましく、 60 nm 以上とすることがより好ましく、 80 nm 以上とすることが特に好ましい。繰返しオーバーライト時の熱ダメージによる基板変形を抑制するためには、ある程度の膜厚が必要であり、下部保護層の膜厚が薄すぎると、繰返しオーバーライト耐久性が急激に悪化する傾向にある。特に、繰返し回数が数百回未

満の初期に急激にジッタが増加する傾向にある。CD-RWにおいては、下部保護層膜厚を80nm以上とすることが特に好ましい。

繰返し初期のジッタの悪化は、下部保護層膜厚に著しく依存する。本発明者等の原子間力顕微鏡（AFM）による観察によれば、この初期劣化は基板表面が2～3nm程度へこむ変形によるものであることがわかった。基板変形を抑制するためには、記録層の発熱を基板に伝えないために熱絶縁効果があり、かつ、機械的に変形を押さえ込むような保護層膜厚が必要であり、そのために上記の膜厚が好ましい。

また、下部保護層の膜厚を制御することにより、反射率R_{t0p}を所定範囲とすることができるようになる。

すなわち、波長780nm付近のレーザを用いるCD-RWにおいて通常用いられる屈折率2.0～2.3程度の誘電体からなる保護層では、下部保護層の膜厚を60～80nmとすると反射率R_{t0p}が最小となり、下部保護層の膜厚が0及び150nm程度で反射率R_{t0p}が最大となるのが通常である。該下部保護層膜厚の変化に伴って、反射率は最大と最小を取る周期的な変化を示す。従って、あまり厚くすることは光学的には意味がなく、また材料コストの増大、厚膜成膜による基板上に形成された溝が埋まってしまう現象（溝カバレッジ現象）等が発生することもある。よってR_{t0p}を15～25%とするには、通常下部保護層を120nm以下、好ましくは100nm以下、より好ましくは90nm以下とする。

一方、波長660nm付近のレーザを用いるRW-DVDにおいて通常用いられる屈折率2.0～2.3程度の誘電体からなる保護層では、下部保護層の膜厚を50～70nmとすると反射率R_{t0p}が最小となり、下部保護層の膜厚が0及び130nm程度で反射率R_{t0p}が最大となるのが通常である。従って、CD-RWと同様の考え方から、下部保護層は通常100nm以下、好ましくは90nm以下とする。

一方、上部保護層の膜厚は、通常10nm以上とする。CD-RWでは、上部保護層の膜厚は、好ましくは20nm以上、より好ましくは25nm以上である。RW-DVDでは、上部保護層の膜厚は、好ましくは15nm以上、より好ましくは18nm以上である。

上部保護層は、主に記録層と反射層の相互拡散を防止する。上部保護層が薄すぎると、記録層溶融時の変形等によって上部保護層が破壊されやすくなり、また記録層での放熱が大きくなりすぎて、記録に要するパワーが不必要に大きくなる（記録感度が低下する）傾向にある。特に本発明のように高倍速で記録を行おうとする場合、記録感度の低下は好ましいことではない。

一方、上部保護層が厚すぎると、保護層内部の温度分布が急峻になり、保護層自体の変形が大きくなり、この変形がオーバーライトにより蓄積されて媒体の変形を招くことがある。このような点から、CD-RWにおいては、上部保護層の膜厚は、通常60nm以下、好ましくは55nm以下、より好ましくは35nm以下とする。一方、RW-DVDにおいては、上部保護層の膜厚は、通常35nm以下、好ましくは30nm以下とする。

次に記録層について説明する。

CD-RWにおいては、記録層の膜厚は、通常10nm以上とするが、15nm以上とするのが好ましい。一方、RW-DVDにおいては、記録層の膜厚は、通常8nm以上とするが、15nm以上とするのが好ましい。記録層の厚みが薄すぎると、十分な光学的なコントラストが得られにくく、また結晶化速度が遅くなる傾向がある。また短時間での記録消去も困難となりやすい。

一方、記録層の膜厚は、通常40nm以下とする。CD-RWにおいては、記録層の膜厚は、30nm以下とするのが好ましく、25nm以下とするのがさらに好ましい。一方、RW-DVDにおいては、記録層の膜厚は、25nm以下とするのが好ましく、20nm以下とするのがさらに好ましい。記録層の膜厚が過度に厚いと、膜厚を薄くする場合と同様に光学的なコントラストが得にくくなり、また、記録層の熱容量が大きくなるために記録感度が悪くなることがある。さらにまた、相変化に伴う記録層の体積変化は、記録層が厚くなるほど大きくなるため、記録層が厚すぎると、繰返しオーバーライト時に保護層及び基板表面等に微視的な変形が蓄積され、ノイズの上昇につながることもある。

記録層及び保護層の厚みは、機械的強度や信頼性の面（特に繰返しオーバーライト耐久性）からの制限の他に、多層構成に伴う干渉効果も考慮して、レーザー光の吸収効率が良く、記録信号の振幅、すなわち記録状態と未記録状態のコントラストが大きくなるように選ばれる。

これらすべてのバランスを取りうる層構成としては、まず、上下の保護層の屈折率を2.0～2.3とする。そして、下部保護層膜厚 d_L 、記録層膜厚 d_R 、上部保護層膜厚 d_U とするとき、CD-RWにおいては、 $1.5 \leq d_R \leq 25 \text{ nm}$ 、 $1.0 \leq d_U \leq 60 \text{ nm}$ とする。さらに、 d_L の値は、再生時の結晶状態に対する反射光 $R_{t_0,p}$ の d_L 依存性において、 d_L が $60 \sim 120 \text{ nm}$ の範囲内で $R_{t_0,p}$ の極小値から厚膜方向への次の極小値迄の間で $\partial R_{t_0,p} / \partial d_L \geq 0$ となるように制御することが望ましい。

一方、RW-DVDでは、下部保護層膜厚 d_L 、記録層膜厚 d_R 、上部保護層膜厚 d_U とするとき、 $1.0 \leq d_R \leq 20 \text{ nm}$ 、 $1.5 \leq d_U \leq 30 \text{ nm}$ とする。さらに、 d_L の値は、再生時の結晶状態に対する反射光 $R_{t_0,p}$ の d_L 依存性において、 d_L が $50 \sim 100 \text{ nm}$ の範囲内で $R_{t_0,p}$ の極小値から厚膜方向への次の極小値迄の間で $\partial R_{t_0,p} / \partial d_L \geq 0$ となるように制御することが望ましい。

本発明の光記録媒体は、従来の最高使用線速が4倍速又は10倍速であるCD-RW媒体、又は2.4倍速程度までのRW-DVD媒体に比較して、反射層の放熱効果をさらに高めることが重要である。反射層の特性を調整し、さらに前記記録層と組合せることによって、より容易に高線速及び低線速の両方での記録が可能となる。また、上記保護層として低い熱伝導率の材料を用いることを併用することによってより大きな効果を得ることができる。

非晶質の形成及び再結晶化過程と、反射層の放熱効果及び記録時線速度の関係を図4により説明する。

図4において横軸は記録線速度であり、左の縦軸は記録層を溶融し再凝固させたときの冷却速度を示したもので、この冷却速度Rが記録層材料で決まる臨界冷却速度 R_c より大きければ記録層は非晶質となり、非晶質マークが形成される。図4の左の縦軸において、記録層の結晶化速度を高めることは、 R_c が大きくなつて上方に移動することを意味する。

前記記録方式CD1-1、1-2、1-3のいずれかと、前記記録方式CD2-1、2-2、2-3のいずれかとを併用して、光記録媒体に情報を記録する際の最小線速度と最大線速度とが2倍以上異なるような光記録媒体（例えば、最小線速度を基準線速度の8倍速、10倍速又は12倍速とし、最大線速度を基準線速度の24倍速として用いる光記録媒体や、最小線速度を基準線速度の8倍速、

10倍速、12倍速、又は16倍速とし、最大線速度を基準線速度の32倍速として用いる光記録媒体)を実現する場合の非晶質の形成と記録線速度との関係について、図4を用いて説明する。例えば、最小線速度が基準線速度の8倍速であり最大線速度が基準線速度の32倍速である場合、本発明の光記録媒体の記録層組成や層構成及び／又は本発明の記録方法を用いることによって、図4の曲線dのように全ての線速度において光記録媒体の冷却速度をRc以上とすることができるようになり、記録線速度が最小線速度と最大線速度とで2倍以上異なるような場合においても、光記録媒体へ非晶質の記録マークを良好に形成することができるようになる。

同様に、前記記録方式DVD1-1、1-2、1-3のいずれかと、前記記録方式DVD2-1、2-2、2-3のいずれかと併用して、光記録媒体に情報を記録する際の最小線速度と最大線速度とが2倍以上異なるような光記録媒体(例えば、最小線速度を基準線速度の2倍速、2.5倍速又は3倍速とし、最大線速度を基準線速度の6倍速として用いる光記録媒体や、最小線速度を基準線速度の2倍速、2.5倍速、3倍速、又は4倍速とし、最大線速度を基準線速度の8倍速として用いる光記録媒体)を実現する場合の非晶質の形成と記録線速度との関係について、図4を用いて説明する。例えば、最小線速度が基準線速度の2倍速であり最大線速度が基準線速度の8倍速である場合、本発明の光記録媒体の記録層組成や層構成及び／又は本発明の記録方法を用いることによって、図4の曲線dのように全ての線速度において光記録媒体の冷却速度をRc以上とができるようになり、記録線速度が最小線速度と最大線速度とで2倍以上異なるような場合においても、光記録媒体へ非晶質の記録マークを良好に形成することができるようになる。

図4中の曲線aは、反射層の面積抵抗率が $0.6\Omega/\square$ より大きい従来構成のディスクに、図1の固定パルスストラテジーを適用した場合における記録層の冷却速度の記録線速度依存性の一例を表している。この光記録媒体と記録方法では、全ての線速度で冷却速度がRcより小さいため、非晶質の記録マークを記録層に形成することはできない。

図4中の曲線bは、本発明の光記録媒体を実現するために、反射層を後述の放熱効果の高い構成のものに変えて放熱効果を高めた光記録媒体において、図1の

固定パルスストラテジーを適用した場合における記録層の冷却速度の記録線速度依存性の一例を表している。曲線 b は曲線 a の上方にあり、曲線 b を有する光記録媒体は、曲線 a で示される記録層の冷却速度の記録線速度依存性を有する光記録媒体と比較して、全ての記録線速度において非晶質マークが形成されやすくなることがわかる。

また、図 4 中の曲線 c は、上記従来層構成のディスクに後述の 2 T ベースの記録パルスストラテジー（記録パルス分割方式（I）～（III））を適用した場合の記録層の冷却速度の記録時線速度依存性を表している。

さらに、図 4 中の曲線 d は、上記 GeSbTe 共晶系合金又は GeSb 共晶系合金を記録層に用いたディスクにおいて、後述の記録パルス分割方式（I）～（II）を適用した場合における記録層の冷却速度の記録線速度依存性の一例を表している。曲線 d は曲線 c の上方にあり、曲線 d を有する光記録媒体は、全ての記録線速度において非晶質マークが形成されやすくなることがわかる。

高線速度では、冷却速度が記録層非晶質化の臨界冷却速度 R_c より十分大きいために、非晶質形成に及ぼす反射層の放熱効果は顕著に影響しないが、低線速度では、全体として記録層冷却速度が低下する結果、冷却速度が R_c 近傍より低くなるために、非晶質形成に及ぼす反射層の放熱効果が顕著にあらわれるようになる。

一方、これら曲線は、記録層が消去パワー P_e の記録光によって非晶質状態のマークを再結晶化される場合の、記録層が結晶化温度以上に保持される時間 τ の逆数 $1/\tau$ の線速度依存性ともみなせる（図 4 中右側の縦軸）。この保持時間 τ が記録層材料で決まる臨界結晶化時間 τ_c より大きければ、つまり $1/\tau < 1/\tau_c$ であれば、非晶質マークは十分に再結晶化されて消去されることになる。本発明では、特に結晶化速度の速い前述のような記録層材料を用いているので、 τ_c は小さく、 R_c は大きくなる。

なお、CD-RWにおいては、3 T マークと 3 T スペースからなる单一周期信号を記録後、11 T マークと 11 T スペースからなる单一周期信号をオーバーライトしたときの 3 T マークの消去比が 20 dB 以上となるようにすれば、通常、 $1/\tau < 1/\tau_c$ となり、非晶質マークは十分に再結晶化されて記録マークの消去が良好に行われるようになる。

同様に、R W - D V Dにおいては、3 Tマークと3 Tスペースからなる单一周期信号を記録後、1 4 Tマークと1 4 Tスペースからなる单一周期信号をオーバーライトしたときの3 Tマークの消去比が2 0 d B以上となるようにすれば、通常、 $1/\tau < 1/\tau_c$ となり、非晶質マークは十分に再結晶化されて記録マークの消去が良好に行われるようになる。

高い結晶化速度を有する前述のGeSbTe共晶系合金又はGeSb共晶系合金の記録層材料を用いることは、 τ_c を小さくして、高速、短時間消去を可能にすると一方で、 R_c も極めて高くなり、非晶質マークが形成しにくいという状態も生じ得る。

従って、本発明の光記録媒体においては、高線速でのオーバーライトで十分な消去ができるよう $1/\tau < 1/\tau_c$ を満足させると同時に、低線速での冷却速度を R_c より大きくするという相反する要求を満足させる曲線dのような特性を有することが重要である。このような媒体を得るために、各層の組成や厚さを選択し、後述の2 Tベースのパルスストラテジーを用いる必要があるのである。

上記のような観点から、反射層の材料としては、熱伝導率が高く放熱効果が大きいAlあるいはAgを主成分とする合金を用いるのが好ましい。反射層の比熱はAlやAgを主成分とする合金では純Al及び純Agに準じており、微量元素添加や薄膜化でほとんど変化しないと考えられる。従って放熱効果は反射層の熱伝導率と厚みに依存する。

一般には薄膜の熱伝導率はバルク状態の熱伝導率と大きく異なり、小さくなっているのが普通であり、薄膜を成膜する際の成膜初期の島状構造の影響で熱伝導率が1桁以上小さくなる場合もある。さらに、成膜条件によって結晶性や不純物量が異なるようになるため、例えばスパッタリングによる成膜に用いるターゲットを同じ組成としても、成膜条件により成膜される薄膜の熱伝導率は大きく異なる場合がある。

ここで、熱伝導の良否は電気抵抗を利用することによって見積もることができる。これは、金属膜のように、熱伝導もしくは電気伝導が主として電子移動によって行われる材料においては、熱伝導率と電気伝導率は良好な比例関係があるからである。薄膜の電気抵抗は、その膜厚や測定領域の面積で規格化された抵抗率値で表す。電気抵抗率のうち、体積抵抗率と面積抵抗率（比抵抗）は通常の4探

針法で測定でき、J I S K 7 1 9 4 によって規定されている。この4探針法を用い、体積抵抗率及び面積抵抗率を測定することにより、薄膜の熱伝導率そのものを実測するよりもはるかに簡便かつ再現性の良く、薄膜の熱伝導率を見積もることができる。

反射層の放熱効果は熱伝導率と膜厚の積で示されるから、結局、放熱効果は面積抵抗率で規定できることとなる。

本発明においては、8倍速から24倍速程度や10倍速から32倍速程度の幅広い線速度でオーバーライト可能なC D - R W媒体を得るために、又は、4倍速から10倍速程度や4倍速から12倍速程度の幅広い線速度でオーバーライト可能なR W - D V D媒体を得るために、面積抵抗率を、通常 $0.55\Omega/\square$ 以下、好ましくは $0.4\Omega/\square$ 以下、より好ましくは $0.3\Omega/\square$ 以下、特に好ましくは $0.2\Omega/\square$ 以下、最も好ましくは $0.18\Omega/\square$ とする。一方、反射層の放熱を良好とする観点から面積抵抗率は小さければ小さいほど好ましいが、面積抵抗率は、通常 $0.05\Omega/\square$ 以上、好ましくは $0.1\Omega/\square$ 以上とする。

また、好ましい反射層は、体積抵抗率 $150n\Omega\cdot m$ 以下、特に $100n\Omega\cdot m$ 以下を有する。一方、体積抵抗率の極端に小さい材料は薄膜状態では実質的に得にくいので、通常 $20n\Omega\cdot m$ 以上である。上記面積抵抗率を $0.05\sim0.2\Omega/\square$ の範囲にするためには、体積抵抗率を $20\sim40n\Omega\cdot m$ と低くすることが望ましい。

反射層の厚さは、通常 $40nm$ 以上、好ましくは $50nm$ 以上であり、一方、通常 $300nm$ 以下、好ましくは $200nm$ 以下である。厚すぎると面積抵抗率を下げるることはできても十分な放熱効果は得られないのみならず、記録感度が悪化しやすい。これは、膜厚が厚いと単位面積当たりの熱容量が増大することによって、放熱に時間がかかるため、放熱効果がかえって小さくなるためと考えられる。また、このような厚膜では成膜に時間がかかり、材料費も増える傾向にある。また、膜厚が過度に薄いと、膜成長初期の島状構造の影響が出やすく、反射率や熱伝導率が低下することがある。

反射層の材料としてはA1合金やAg合金を挙げることができる。

本発明に適した反射層の材料をより具体的に述べると、A1にTa、Ti、Co、Cr、Si、Sc、Hf、Pd、Pt、Mg、Zr、Mo及びMnからなる

群から選ばれた少なくとも1種の元素を含むAl合金を挙げることができる。これらの合金を用いることにより、耐ヒロック性を改善することができるので、これら合金は、耐久性、体積抵抗率、成膜速度等考慮して用いることができる。上記元素の含有量は、通常0.1原子%以上、好ましくは0.2原子%以上、一方、通常2原子%以下、好ましくは1原子%以下である。Al合金に関しては、添加不純物量が少なすぎると、成膜条件にもよるが、耐ヒロック性は不十分であることが多い。また、添加不純物量が多すぎると低い抵抗率が得られにくい。

Al合金として、Siを0～2重量%、Mgを0.5～2重量%、Tiを0～0.2重量%含有するAl合金を使用することもできる。Siは微細剥離欠陥を抑制するのに効果があるが、含有量が多すぎると経時的に熱伝導率が変化することがあるので、通常2重量%以下、好ましくは1.5重量%以下とする。またMgは、反射層の耐食性を向上させるが、含有量が多すぎて経時的に熱伝導率が変化があるので、通常2重量%以下、好ましくは1.5重量%以下とする。Tiは、スパッタリングレートの変動を防ぐという効果があるが、含有量が多すぎると、熱伝導率を低下させるとともに、Tiがミクロレベルで均一に固溶したバルクの鋳造が困難となりターゲットコストを上昇させて、通常0.2重量%以下とする。

また、反射層材料の他の好ましい例としては、AgにTi、V、Ta、Nb、W、Co、Cr、Si、Ge、Sn、Sc、Hf、Pd、Rh、Au、Pt、Mg、Zr、Mo及びMnからなる群から選ばれた少なくとも1種の元素を含むAg合金を挙げることができる。経時安定性をより重視する場合には添加成分としてはTi、Mg又はPdが好ましい。上記元素の含有量は、通常0.1原子%以上、好ましくは0.2原子%以上、一方、通常2原子%以下、好ましくは1原子%以下である。

本発明においては、このような高熱伝導率な反射層材料を用いることにより、300nm以下の比較的薄い反射層であって、面積抵抗率が0.2～0.55Ω/□と適切に小さい範囲の反射層とすることができる。さらに、少なくとも、添加元素を2原子%以下とし、下記のように成膜レート及び真空度に留意して、成膜時に不可避的に混入する酸素等の不純物原子を概ね1原子%以下として、体積抵抗率を20～40nΩ・mとし、膜厚を100nm以上、好ましくは150n

m以上、とすることで、0.05～0.2Ω／□の低面積抵抗率が得られる。

A1及びAgへ他の元素を添加することによって、その添加濃度に比例して体積抵抗率が増加するのが通常である。上記他の元素の添加は、一般的に結晶粒径を小さくし、粒界の電子散乱を増加させて熱伝導率を低下させると考えられる。従って、上記添加元素の含有量を調節することにより、結晶粒径を大きくすることができるようになり、材料本来の高熱伝導率を得ることができるようになる。

なお、反射層は通常スパッタ法や真空蒸着法で形成されるが、ターゲットや蒸着材料そのものの不純物量や、成膜時に混入する水分や酸素量も含めて全不純物量を2原子%未満とするのが好ましい。このために反射層をスパッタリングによって形成する際、プロセスチャンバの到達真空度は 1×10^{-3} Pa未満とすることが望ましい。

また、 10^{-4} Paより悪い到達真空度で成膜するなら、成膜レートを1nm／秒以上、好ましくは10nm／秒以上として不純物が取り込まれるのを防ぐことが望ましい。あるいは、意図的な添加元素を1原子%より多く含む場合は、成膜レートを10nm／秒以上として付加的な不純物混入を極力防ぐことが望ましい。

さらなる高熱伝導と高信頼性を得るために反射層を多層化することも有効である。この場合、少なくとも1層は全反射層膜厚の50%以上の膜厚を有する上記低い体積抵抗率の材料とするのが好ましい。この層は実質的に放熱効果を司り、他の層は、耐食性、保護層との密着性、及び耐ヒロック性の改善に寄与する。特に、Agを主成分とする1層めの反射層を、硫黄を含むZnS等を含む保護層と接して設ける場合には、Agの硫黄との反応による腐食を防ぐために、硫黄を含まない2層めの反射層（本明細書においては、これを界面層と呼ぶ場合がある。）を設ける。界面層に用いる材料としては、誘電体材料や金属材料を挙げができる。具体的な材料としてはSiO₂、GeCrN、Ta、Nb、Al等が挙げられる。界面層には、当然反射層として機能するような金属を用いてよい。界面層の膜厚は、通常1nm以上、好ましくは2nm以上、一方、通常10nm以下、好ましくは7nm以下である。金属材料を用いる場合には界面層の膜厚を2nm以上7nm以下とすることが特に好ましい。

本発明においてはさらに、CD又はDVDとの再生互換性を確保するよう基板に設けられた溝の構成に配慮する必要がある。

3 - 1. CD - RWの場合

溝のトラックピッチは通常 $1.6 \mu\text{m} \pm 0.1 \mu\text{m}$ 程度である。また溝の深さは通常 $30 \sim 45 \text{ nm}$ であるが、特に $30 \sim 40 \text{ nm}$ 程度が好ましい。

溝深さが大きすぎると、記録後のプッシュプル値が大きくなりすぎる傾向がある。また、記録後のラジアルコントラスト値が記録前の値に比べて大きくなりすぎ、サーボの安定性に問題が生じることもある。

一方、溝深さが小さすぎると、ラジアルコントラスト値やプッシュプル値がオレンジブック・パート 3 のような CD - RW 規格の下限値を下回ってしまうことがある。また、溝壁による記録層閉じ込め効果が薄れ、繰返しオーバーライトによる劣化が促進される傾向にある。さらに、溝深さを浅くしすぎるとスタンバ製造や基板の成形が困難にもなる。

上記の範囲とすることによって、溝内反射率が十分に高くなり、CD - RW 規格の下限値である 15 % を満たしやすく、また、記録後のプッシュプルの振幅 P_{Pa} が大きくなりすぎず、既存の凹凸ピット再生回路でもプッシュプル検出回路のゲインが飽和してしまうことを少なくすることができる。

溝幅は、通常 $0.5 \mu\text{m}$ 以上、好ましくは $0.55 \mu\text{m}$ 以上であり、また通常 $0.7 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.65 \mu\text{m}$ 以下である。溝幅が小さすぎると記録後のラジアルコントラストの絶対値が 0.6 未満という規格値を満たしにくくなる。また、溝幅が大きすぎると、ウォブルの存在によって生じるオーバーライト耐久性の劣化が顕著になる傾向にある。溝幅については、従来の 10 倍速程度でオーバーライトする CD - RW に比べ広くすることが望ましい。

なお、ウォブルの存在による耐久性劣化促進のメカニズムは、必ずしも明らかではないが、記録用光ビームの一部が溝の側壁に照射されやすくなるためではないかと考えられる。すなわち、トラッキングサーボがかかった集束光ビームは、ウォブルの蛇行には追従せず溝中心部を直進して走査されるため、溝壁の蛇行があれば、光ビームが、わずかではあるが溝壁に照射されやすくなる。薄膜の密着性が悪い溝壁部や溝角部では、応力集中が起きやすい等の理由により繰返しオーバーライト時の熱ダメージによる劣化が起きやすいと考えられるので、ここに光ビームの一部でも照射されれば、劣化は促進されると考えられる。一般に、相変化媒体の溝内記録では溝深さを深くし、かつ溝幅を細くするほど耐久性が良いと

いう傾向があるが、ウォブルが存在する場合には、溝幅が狭すぎるとかえって上述の溝壁部の劣化現象が顕著になると考えられる。

なお、溝幅や溝深さは、例えば波長 633 nm の He-Ne レーザー光等による U 溝近似による光学回折法で求めることができる。また、走査型電子顕微鏡や走査型プローブ顕微鏡で溝形状を実測することができる。この場合の溝幅は通常溝深さの半分の位置における値を用いるのがよい。

本発明の光記録媒体は、後述するような CAV 方式による記録が可能である。即ち、本発明の媒体は、データの記録を記録の行なわれる半径位置に関わらず回転速度一定のまま行うことができる。この場合、再生も一定の回転速度で行なうことができるが、好ましくは記録と再生とを同一の回転速度で行うことである。

3-2. RW-DVD の場合

溝のトラックピッチは通常 $0.74 \mu\text{m} \pm 0.01 \mu\text{m}$ 程度である。また溝の深さは通常 $20 \sim 40 \text{ nm}$ であるが、特に $25 \sim 35 \text{ nm}$ 程度が好ましい。

溝深さが過度に大きすぎると、記録信号のジッタが高くなる。

一方、溝深さが小さすぎると、ラジアルコントラスト値やプッシュプル値が RW-DVD 規格の下限値を下回ってしまうことがある。また、溝壁による記録層閉じ込め効果が薄れ、繰返しオーバーライトによる劣化が促進される傾向もある。さらに、溝深さを浅くしすぎるとスタンバ製造や基板の成形が困難にもなる。

上記の範囲とすることによって、溝内反射率が十分に高くなり、RW-DVD 規格の下限値である 18% を満たしやすく、また、安定したサーボに十分なプッシュプル信号が確保できる。

溝幅は、通常 $0.25 \mu\text{m}$ 以上、好ましくは $0.28 \mu\text{m}$ 以上であり、また通常 $0.36 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.34 \mu\text{m}$ 以下である。溝幅が小さすぎると記録信号のジッタが悪化してしまうとともに反射率を 18% 以上にすることが困難になる。また、溝幅が大きすぎると、記録後のトラッククロスシグナル値が相変化型リライタブル DVD 規格の下限を下回ってしまうことがあったり、隣接トラック間でウォブルの干渉が大きくなり記録信号のジッタを悪化させてしまうことがある。

なお、ウォブルの存在による耐久性劣化促進のメカニズムは、必ずしも明らかではないが、記録用光ビームの一部が溝の側壁に照射されやすくなるためではな

いかと考えられる。すなわち、トラッキングサークルがかかるたびに集束光ビームは、ウォブルの蛇行には追従せず溝中心部を直進して走査されるため、溝壁の蛇行があれば、光ビームが、わずかではあるが溝壁に照射されやすくなる。薄膜の密着性が悪い溝壁部や溝角部では、応力集中が起きやすい等の理由により繰返しオーバーライト時の熱ダメージによる劣化が起きやすいと考えられるので、ここに光ビームの一部でも照射されれば、劣化は促進されると考えられる。一般に、相変化媒体の溝内記録では溝深さを深くし、かつ溝幅を細くするほど耐久性が良いという傾向があるが、ウォブルが存在する場合には、溝幅が狭すぎるとかえって上述の溝壁部の劣化現象が顕著になると考えられる。

なお、溝幅や溝深さは、例えば波長441.6nmのHe-Cdレーザー光等によるU溝近似による光学回折法で求めることができる。また、走査型電子顕微鏡や走査型プローブ顕微鏡で溝形状を実測することができる。この場合の溝幅は通常溝深さの半分の位置における値を用いるのがよい。

本発明の光記録媒体は、後述するようなCAV方式による記録が可能である。即ち、本発明の媒体は、データの記録を記録の行なわれる半径位置に関わらず回転速度一定のまま行うことができる。この場合、再生も一定の回転速度で行なうことができるが、好ましくは記録と再生とを同一の回転速度で行うことである。

4. 記録方法について

本発明においては、以下のような本発明の第3の要旨にかかる記録方法（記録パルス分割方法（I））でオーバーライトを行うことにより、CD-RWの10～32倍速の記録線速度、RW-DVDの6～12倍速程度において情報の書き換えが良好にできるようになる。その結果、既存のCD再生システムとの互換性が良好な信号の記録が可能になる。

記録パルス分割方法（I）は、図3及び図16で説明した記録方式CD1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、記録方式DVD1-1よりも可変とできるパラメータ及びその範囲を拡大し、より良好な記録信号を得ようとするものである。

すなわち、

記録パルス分割方法（I）；

書換え型光記録媒体に用いる記録方法であって、

情報を複数の記録マーク長及び記録マーク間長により記録するにあたり、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の光を照射して記録マーク間を形成するとともに、

一つの記録マークの時間的長さを $n T$ (T は基準クロック周期)としたときに、

$n = 2m$ (m は 1 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j) T$ (j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ からなる区間 (ただし $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$) に分割し、

$n = 2m + 1$ (m は 1 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k) T$, (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ からなる区間 (ただし、 $\sum_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$) に分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の光を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、バイアスパワー P_b の光を照射することによって、時間的長さ $n T$ の記録マークを形成する書換え型光記録媒体への記録方法であって、

$m \geq 3$ では、

$n = 2m$ の記録マークにおいては、 $n T$ マークの開始時間を T_0 とするとき、

(i) T_0 から遅延時間 $T_{d1} T$ 後に $\alpha_1 T$ が発生された後、

(ii) $i = 2 \sim m$ においては、 $\beta_{i-1} + \alpha_i$ が概ね周期 2 (但し、 $i = 2$ 及び / 又は $i = m$ における $\beta_{i-1} + \alpha_i$ は、 ± 0.5 の範囲で概ね周期 2 からずらしてもよい。また、 $m \geq 4$ の場合、 $i = 3 \sim m-1$ においては β_{i-1} 及び α_i は、それぞれ一定値 β_c 及び α_c をとる。) を保ちながら、 $\beta_{i-1} T$ 及び $\alpha_i T$ がこの順に交互に発生された後、

(iii) $\beta_m T$ が発生され、

$n = 2m + 1$ の記録マークにおいては、 $n T$ マークの開始時間を T_0 とするとき、

(i) T_0 から遅延時間 $T_{d1}' T$ 後に $\alpha'_1 T$ が発生された後、

(i i) $i = 2 \sim m$ においては、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ が概ね周期 2 (但し、 $i = 2$ 及び／又は $i = m$ における $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ は、 ± 2 の範囲で概ね周期 2 からずらしてもよい。また、 $m \geq 4$ の場合、 $i = 3 \sim m-1$ においては β_{i-1}' 及び α_i' は、それぞれ一定値 β_c 及び α_c をとる。) を保ちながら、 $\beta_{i-1}' T$ 及び $\alpha_i' T$ がこの順に交互に発生された後、

(i i i) $\beta_m' T$ が発生され、

同一の m における、 $n = 2m$ の記録マーク及び $n = 2m+1$ の記録マークにおいて、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とし、かつ、 (T_{d1}, T_{d1}') 、 (α_1, α_1') 、 (β_1, β_1') 、 $(\beta_{m-1} \text{ と } \beta_{m-1}')$ 、及び $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ から選ばれる一組以上が異なる値をとることを特徴とする記録方法。

以上において、 $m = 3$ 以上においては、 m によらず、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_c 、 β_c 、 β_{m-1} 、 α_m 、 β_m が一定であることが好ましい。

同様に、 $m = 3$ 以上においては、 m によらず、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' 、 β_{m-1}' 、 α_m' 、 β_m' も一定であることが好ましい。

なお、CD-RWで用いられるEFM変調方式においては、 m が 3 以上の場合の n として、(6, 7)、(8, 9)、(10, 11) を組として、本記録方式を適用する。一方、RW-DVDで用いられるEFM+変調の場合には、上記、 n の組み合わせに加えて、 $n = 14$ の場合を考慮する必要があるが、 $n = 10$ の記録パルス分割方法において、 $\alpha_1 T$ と $\alpha_m T$ との間に、二対の $\alpha_c T$ と $\beta_c T$ を追加すればよい。

ここで、 $n = 2$ の場合は、遅延時間 $T_{d1} T$ 後、区間 $\alpha_1 T$ において記録パワー P_w を照射し、引き続き区間 $\beta_1 T$ においてバイアスパワー P_b を照射することにより非晶質マークを形成する。

また、 $n = 3$ の場合には、遅延時間 $T_{d1}' T$ 後、区間 $\alpha_1' T$ において記録パワー P_w を照射し、引き続き区間 $\beta_1' T$ においてバイアスパワー P_b を照射することにより非晶質マークを形成する。

尚、上記記録方法をCD-RWの32倍速までの記録方法として適用する場合は、以下のような記録条件とすることが好ましい。すなわち、記録線速度を基準線速度 $V_1 = 1.2 \sim 1.4 \text{ m/s}$ の32倍速以下のいずれかの線速度とし、EFM変調された情報を複数の記録マーク長及び記録マーク間長により記録するにあ

たり、一つの記録マークの時間的長さを $n T$ とし（ n は 3 ~ 11までの整数）、消去パワー P_e と記録パワー P_w との比を、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とし、バイアスパワー P_b を、 $P_b \leq 0.2 P_e$ とする。

また、上記記録方法を RWDVD の 12 倍速までの記録方法として適用する場合は、さらに以下のような記録条件とすることが好ましい。すなわち、記録線速度を基準線速度 $V_1' = 3.49 \text{ m/s}$ の 12 倍速以下のいずれかの線速度とし、EFM + 変調された情報を複数の記録マーク長及び記録マーク間長により記録するにあたり、一つの記録マークの時間的長さを $n T$ とし（ n は 3 ~ 11までの整数と 14）、消去パワー P_e と記録パワー P_w との比を、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とし、バイアスパワー P_b を、 $P_b \leq 0.2 P_e$ とする。

本発明では、記録用光エネルギー ビームのエネルギー制御方法を記録パルスストラテジー、又は、パルスストラテジーと総称し、特に、 $n T$ マークの形成を複数の分割された記録パワーレベルのパルス列で形成する方法を、分割記録パルス、記録パルス分割方法、又はパルス分割方法と称する。

本記録パルス分割方法は、オーバーライト可能な CD-RW の記録方法として、概ね 8 倍速から 24 倍速あるいは 32 倍速程度で用いることが望ましい。

あるいは、オーバーライト可能な RWDVD の記録方法として、概ね、2 倍速程度から 12 倍速程度で用いることが好ましい。

図 5 は、本発明の記録方法におけるパルス分割方法を実施する場合の、各記録パルスの関係の一例を説明するためのタイミングチャート図である。光記録媒体に情報の記録を行う記録装置における、記録パワー P_w 、バイアスパワー P_b 、消去パワー P_e それぞれのレーザ光の照射タイミングを制御する電子回路（集積回路）は、図 5 に示すタイミングチャートを元に設計される。

図 5においては、 $P_b \leq P_e \leq P_w$ とし、記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$ の整数) における記録パワーは P_w で一定であり、オフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$ の整数) におけるバイアスパワーは P_b で一定であり、マークの間及び $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) 及び $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$) 以外の区間ににおける光照射のパワーは消去パワー P_e で一定である場合が示してある。 P_e / P_w は、通常 0.2 以上、好ましくは 0.25 以上とする。一方、 P_e / P_w は、通常 0.6 以下、好ましくは 0.4 以下とする。上記範囲のうち、 P_e / P_w は、0.2 ~ 0.6 の

いずれかの値であり、特に、0.2～0.4の範囲の値が好ましく、0.25～0.4の範囲がより好ましい。この比が上記範囲より小さいと、消去パワーが低すぎて、非晶質マークの消え残りが生じるし、上記範囲より大きいと、Peの照射部が溶融したのち、再び非晶質化してしまう場合がある。

図5において、500は周期Tの基準クロックをあらわす。

図5(a)は、長さnTの記録マークに対応したパルス波形であり、符号501が長さnTの記録マークの長さに対応する。図5(a)においては、n=11、m=5の場合が示してある。図5は奇数マークの例であるが、説明を簡略化するために、図5及び以下の説明においては、奇数マーク及び偶数マークを説明する場合において特に断らない限り、 α_1 、 β_1 、 T_{d1} 、 T_{d2} 、 T_{d3} 、及びjの各パラメータを代表として用いることとする。すなわち、nが偶数マークの説明においては、上記パラメータをそのまま用いて考えればよく、nが奇数マークである場合の説明においては、上記パラメータをそれぞれ α'_1 、 β'_1 、 T'_{d1} 、 T'_{d2} 、 T'_{d3} 、及びkと置き換えて考えればよい。

図1に示された従来のCD-RW又はRW-DVDにおける記録方式に対して、図5で示された本記録方式の意義は以下のようなものである。

仮にjを0とすると、 $\Sigma_1 (\alpha_1 + \beta_1) / m = n / m$ であるから、 n / m は $(\alpha_1 + \beta_1)$ の平均的な長さに対応する値であり、 $(n / m) T$ は分割パルスの平均的な周期に対応する値となる。

本発明の光記録方法において、n=2m、又はn=2m+1の場合に、記録パルスの分割数をmとするので、 n / m はおよそ2程度となる。つまり記録パルスとオフパルスからなる繰り返しの平均周期を概ね2Tとすることにより、 $\alpha_1 T$ と $\beta_1 T$ の長さを十分なものとできる。例えば、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 、オフパルス区間 $\beta_1 T$ を0.5Tより十分長めに取ることができ、CDの32倍速でデータ基準クロック周期Tが約7.2nsec程度になっても、あるいはDVDの12倍速でデータ基準クロック周期Tが約3.5nsec程度になっても、記録層の加熱を十分に行うことができるようになる一方、後続パルスによる熱の供給を抑えて十分な冷却効果を得ることができる。

従来のCD-RW又はRW-DVDの規格書に記載の分割方式では $m = n - 1$ に固定されているから、 $n / m = n / (n - 1)$ である。この値は、nが大きい

ほど小さいから、最長のマーク時間長を $n_{max} T$ とすると n_{max} において n/m は最小となる。即ち、記録パルスとオフパルスからなる繰り返しの平均周期（本明細書においては、この記録パルスとオフパルスからなる繰り返しの平均周期を、分割パルスの平均周期という場合がある。）は最短マークで最も長く最長マークで最も短いから、 $\alpha_i T$ 、 $\beta_i T$ は最長マークで最も短い。

例えば、E FM変調方式では $n = 3 \sim 11$ 、 $k = 1$ であるから

$$(n_{max}/m) = 11 / (11 - 1) = 1.1,$$

程度となる。

また、例えば、E FM+変調方式では $n = 3 \sim 11$ 、 14 で $k = 1$ であるから

$$(n_{max}/m) = 14 / (14 - 1) = 1.08,$$

程度となる。

つまり、E FM変調方式及びE FM+変調方式における繰り返し周期（分割パルス）の平均は、概ね $1 T$ である。

本明細書では、従来の図1で規定されたパルス分割方法を「1 Tベース」のパルスストラテジー、図5で規定された本発明のパルス分割方法を「2 Tベース」のパルスストラテジーと称する。

CDの24倍速以上又はDVDの4倍速以上において、データ基準クロック周期 T がおよそ10ナノ秒を切ると、概ね最長マークにおいて分割パルスの平均周期が概ね10ナノ秒を切る。これは、1 Tベースのパルスストラテジーにおける分割パルスの平均が10ナノ秒より短くなることを意味する。そしてこの場合、記録パルス区間 $\alpha_i T$ の平均値又はオフパルス区間 $\beta_i T$ の平均値は5ナノ秒未満となる。これは少なくとも一つの i に対して、 $\alpha_i T$ もしくは $\beta_i T$ のいずれかが5ナノ秒未満になることを示す。なお、上記の説明においてどれか特定の α_i もしくは β_i を平均値より長くしたとしても、それは他方別の β_i もしくは α_i がさらに短くなることを意味しているから、やはり $\alpha_i T$ もしくは $\beta_i T$ のいずれかが小さくなることに変わりはない。そして、 $\alpha_i T$ もしくは $\beta_i T$ のいずれかが5ナノ秒未満、特に3ナノ秒未満となると、高速記録においてビームの照射及び冷却時間が十分に確保されなくなる場合がある。

本発明における記録マークとは、通常、記録媒体中に連続的に形成された、他の部分と光学的に区別しうる物理的マークとして認識される。即ち、記録マーク

が複数の物理的マークから形成されていてもよい。再生光の集束用の対物レンズの開口数を N A、再生光波長を λ とするとき、物理的マークが概ね $0.2 (\lambda / N A)$ よりも近接していると、これらの物理的マークは光学的に区別することは困難となる。従って、マーク長 $n T$ の記録マーク 1 個を複数の物理的マークから形成する場合には、それらの間隔を $0.2 (\lambda / N A)$ よりも小さくするのが好ましい。

また、本発明を CD-RW に適用する場合においては、記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) の平均値およびオフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m - 1$) の平均値をともに 3 ナノ秒以上とするのが、照射する光パワーの時間追従性を確保する意味で好ましい。より好ましくは、個々の $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) および $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m - 1$) を 3 ナノ秒以上とするのが好ましい。

一方、本発明を RW-DVD に適用する場合においては、記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) の平均値およびオフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m - 1$) の平均値をともに 2 ナノ秒以上とするのが、照射する光パワーの時間追従性を確保する意味で好ましい。

ここで、パルス $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) の時間幅は、図 5 のタイミングチャートに示すような分割パルス発生論理回路における Pw と Pb との間のパワーレベルの遷移に対応する論理レベルの遷移において、論理レベルの電圧は電流出力が一方のレベルから他のレベルの半分のレベルに達した時間で定義する。従って、例えば、図 5 の $\alpha_i T$ の記録パルスの時間幅は、前記パルスの立ち上がり部の Pb から Pw へ変化する際の論理レベルの半分のレベルに達した時間から、前記パルスの立ち下がり部の Pw から Pb へ変化する際の論理レベルの半分のレベルに達する時間までの間をいう。ここで、論理レベルとは、例えば TTL における 0 V と 5 V との 2 値レベルのことである。

CDにおいては $\alpha_i T$ ($\beta_i T$) を 3 ナノ秒以上とするのが好ましいのに対し、DVDにおいては $\alpha_i T$ ($\beta_i T$) を 2 ナノ秒以上とするのが好ましい理由を説明する。すなわち、DVD 系の場合は、記録用集束光ビームの径が CD 系の場合の約 70 % 程度であるから、1 回の記録パルス照射があたえる空間的な影響も 70 % 程度になる。このように集束光ビームの径が小さくなり空間分解能が向上するため、3 nsec の約 70 % となる 2 nsec 程度の短時間のパルス照射が有効と

なるのである。また、小さいビーム系の場合のほうが、昇温される面積が少ないので、冷却が速く、オフパルス区間に關しても、2 n s e c 程度まで短縮しても十分な冷却効果が得られるのである。但し、R W - D V D の場合でも3 n s e c 以上とすればより好ましい。

本発明においては、 β_m を0として最後のオフパルス区間である $\beta_m T$ に光を照射しなくてもよいが、マーク後端部の熱蓄積の問題が大きい場合は $\beta_m T$ を設けるのが好ましい。その場合は $\beta_m T$ も2ナノ秒以上とし、より好ましくは3ナノ秒以上とする。ここで、 $\beta_m T$ のパルス時間幅は、上記 $\alpha_i T$ と同様にP_bとP_eとの間の論理レベルの遷移において、半分の論理レベルに達した時間で定義する。

レーザー光の照射が行われる実際の分割パルスは、図5に例として示したようなタイミングチャートを用い、ゲート信号を発生する論理レベルの集積回路出力をレーザードライバー回路に入力して、レーザ駆動のための大電流を制御することによってレーザーダイオードからの光出力を制御して記録パワーの制御することにより行われる。本発明では、前述のように、論理レベルでの時間幅を基準にパルス幅を規定することとする。実際の出力光波形は、1-3 n s e c 程度の遅延を生じると共に、オーバーシュート、アンダーシュートを伴うので、その記録パワーの時間変動は、図3で示すような単純な方形波形状をしているわけではない。しかし、本発明における記録パルス分割方法では、記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$)が2ナノ秒以上あれば、記録光の立ち上がり／立ち下がりの問題はあるものの、記録パワーP_{w,i}を上げることで記録に必要な照射エネルギーを確保できる。その場合も、実際の記録レーザー光パルスの立ち上がり及び立下りを、2 n s e c 未満、より好ましくは1.5 n s e c 未満、さらに好ましくは1 n s e c 未満とすることで、必要な記録パワーP_wを抑制することができる。なお、実際の記録パワー立ち上がり時間又は立下り時間は、通常、P_eとP_wとのパワー・レベル間でパワーが遷移するとき又はP_bとP_wのパワー・レベル間でパワーが遷移するときに、一方のレベルと他方のレベルとの差の10%から90%までの遷移に要する時間をいう。立ち上がり、立下り時間の合計は、 $\alpha_i T$ の時間幅より小さく、 $\alpha_i T$ の80%以下であることが好ましく、 $\alpha_i T$ の50%以下であることがさらに好ましい。

本発明記録パルス分割方法においては、論理レベルの時間幅と実際の記録パワ

一の応答との間にずれがあったとしても、上記立ち上がり又は立下り時間程度の遅延であれば問題はない。上記程度の遅延であれば、後述の記録パルス分割方法を規定する各パラメータ（論理レベルで規定）の好ましいとする可変範囲において良好な記録を行うことができる。逆に、そのような遅延やオーバーシュート等を必然的に伴うレーザーダイオード出力であっても、10 nsec未満のクロック周期において、分割記録パルスによるマーク長変調記録が可能となることが本発明記録パルス分割方法の重要な特徴である。

一方オフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m - 1$) も2ナノ秒以上あれば、バイアスパワー P_b を再生光パワー P_r と同程度、あるいはトラッキングサーボなど他に支障の無い限り0まで下げることで冷却効果が確保できる。

さらに大きな冷却効果を得るためにには、全ての記録マークの時間的長さについて $\Sigma_i (\alpha_i)$ は0.5nよりも小さくするのが好ましい。より好ましくは $\Sigma_i (\alpha_i)$ は0.4n以下とする。すなわち、記録パルス区間の総和 $\Sigma_i (\alpha_i T)$ を $\Sigma_i (\beta_i T)$ より短くして、各マーク内でオフパルス区間が長くなるようにする。特に好ましくは、 $i = 2 \sim m - 1$ の全ての i に対して $\alpha_i T \leq \beta_i T$ とし、少なくとも2番目以降の記録パルス列において $\beta_i T$ を $\alpha_i T$ よりも長くする。

本発明の記録方法において、 α_i ($i = 1 \sim m$) 及び β_i ($i = 1 \sim m - 1$) の値は、記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) やオフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m - 1$) 等の値によって適宜設定されるが、それぞれ通常0.01以上、好ましくは0.05以上であり、 $n = 3$ の場合を除いて、通常2以下であり、より好ましくは1.5以下である。特に、 β_i ($i = 1 \sim m - 1$) については、あまりに小さいと冷却効果が不十分になるがあるので好ましくは0.1以上、特に0.3以上であり、一方あまりに大きいと冷却されすぎて記録マークが光学的に分離されてしまうがあるので、2以下とする。ただし、 $n = 3$ の場合の、最後尾のオフパルス区間の β_m' に関しては、3以下、好ましくは2.5以下、さらに好ましくは2以下とする。尚、 $n = 2$ を含む変調方式においては、 $n = 3$ の場合に準じる。

オフパルス区間を大きくする効果は、マーク先端の形状に大きな影響を与える最初のオフパルス区間 $\beta_1 T$ 及びマーク後端の形状に大きな影響を与える最後のオフパルス区間 $\beta_m T$ において大きい。これらのうち、最後のオフパルス区間 β_m

Tの影響は特に大きくなる。

本発明においては、記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 1 \sim m$) に照射する記録光のパワー P_{w_i} 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m - 1$) に照射する記録光のパワー P_{b_i} は、 $P_{b_i} < P_{w_i}$ 、 $P_{b_i} < P_{w_{i+1}}$ なるものとし、 i 及び n によらず、一つの記録パルス区間及びオフパルス区間中においては、 P_w 及び P_b をそれぞれ一定値とすることが好ましい。大きな冷却効果を得るためにには、全ての記録マークの時間的長さについて $P_b < P_w$ とするのが好ましい。より好ましくは $P_b / P_w \leq 0.2$ であり、さらに好ましくは $P_b / P_w \leq 0.1$ である。また、バイアスパワー P_b は再生時に照射する光のパワー P_r と等しくすることができる。その結果、パルス分割に必要な分割パルス回路の設定が簡便になる。

パルス幅に関するパラメータ α_i ($i = 1 \sim m$) 及び β_i ($i = 1 \sim m - 1$) は、 $1/16T$ 以上の高分解能で指定できることが好ましい。より好ましくは、 $1/20T$ 以上、さらに好ましくは $1/32T$ 以上の光分解能で指定できることである。 $1/8T$ より荒い低分解能では、良好な記録が可能な最適なパルス幅に関するパラメータ値を見出せない場合がある。

そのような場合に、特定の一つの記録マークの時間的長さに対して、 i に応じて P_{b_i} 及び／又は P_{w_i} として異なる 2 以上の値を用いることもできる。

例えば、先頭の記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及び最後尾の記録パルス区間 $\alpha_m T$ における記録パワー P_{w_1} 及び P_{w_m} を、中間の記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 2 \sim m - 1$) における記録パワー P_w と異なる値とすることで、マークの始端部・終端部のマーク形状を正確に制御することができるようになる。この場合、中間の記録パルス区間 $\alpha_i T$ ($i = 2 \sim m - 1$) における記録パワー P_w は、あくまでも全て同じパワー値にするのが、分割パルス回路の設定が簡便となり好ましい。オフパルス区間 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m - 1$) におけるバイアスパワー P_{b_i} についても同様に、全て同じパワー値とし、 $\beta_m T$ におけるバイアスパワー P_{b_m} のみを補助的に他の P_b と異なる値とするのが好ましい。また、3 T マークを良好に記録するために、異なる n を有する少なくとも 2 つの記録マークの間で、同じ i に対して異なる P_w 及び／又は P_b の値としてもよい。つまり、 n が 4 以上のマーク長の記録に際しては、 P_w 、 P_b は一定とし、 $n = 3$ のマーク長の記録に際してのみ、若干 (10 % 程度の差) 記録パワーを異なる値とすることもある。その場合も、 P_b は一

定とするのが好ましい。

本発明においては、第1義的には、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 β_{m-1} 、 α_m 、 β_m のいずれかの時間の（パルス幅に関する）パラメータの制御のみで、正確なマーク長の制御と、低ジッタを実現できるのであり、かかる、時間のパラメータの設定になんらかの制限がある場合においてのみ、 Pw_1 、 Pw_m 、 Pb_m を個別に微調整することが回路を簡素化する上で好ましい。上記制限とは、具体的には、パルス幅に関するパラメータ値を設定するための分解能が荒く、パルス幅設定だけでは良好な記録ができないような場合である。

バイアスパワー Pb は再生光の再生に要する再生パワー Pr とほぼ同じ値であることが好ましく、CD-RWにおいては、通常は2mW以下、好ましくは1.5mW以下、より好ましくは1mW以下の値とする。一方、RW-DVDにおいては、通常は1mW以下、好ましくは0.7mW以下、より好ましくは0.5mW以下の値とする。フォーカスやトラッキングサーボに支障が無い限りできるだけ0に近づけたほうが、 Pb 照射区間（オフパルス区間）における記録層の急冷効果が促進されて好ましい。なお、 Pw 、 Pe 及び Pb の値は、必ずしも直流的に一定である必要はなく、例えばクロック周期 T の1/10程度以下の周期で高周波重疊を加えてレーザーの動作を安定させることができる。この場合の Pw 、 Pe 及び Pb はそれらの平均値となる。

図5(b)は、 $n=11$ すなわち、 $m=5$ である場合の記録パルスストラティー(502の点線)であり、503、504、505、506に示された複数の記録パルス制御用ゲートを組み合わせて生成される。即ち、先頭記録パルス α_1T を生成するゲート信号G1(503)、中間記録パルス群 α_iT ($2 \leq i \leq m-1$)生成するゲート信号G2(504)、および最後尾の記録パルス α_mT (505)を生成するゲートG3、 Pe 及び Pb を印加する区間を定義するゲートG4を別々に生成し、これを合成する。G1、G2、G3においては、ONレベルにおいて、記録パワーが発光されるものとする。なお、ゲート信号G4はそのオン区間が α_1T の立ち上がりを基点として(すなわち、 T_0 から T_{d1} だけ遅延後)、 $(n-j)T$ のオン区間を設定する。

このようなゲート信号の優先関係は、ゲートのオン／オフを論理的な1、0レベルに対応させて、各ゲート制御の論理信号の和演算を行うことによって達成さ

れる。具体的には、G 1, G 2, G 3 のオン信号が、G 4 の逆極性信号のオン信号に優先し、G 4 オン期間中（P b 照射中）でも、G 1, G 2, G 3 がオンとなれば、P w を照射するようにする。その結果、ゲート信号 G 4 は、G 1, G 2, G 3 がいずれもオフとなる区間において、オフパルス区間 $\beta_1 T$ のタイミングを規定することになる。

マーク前端の位置はほぼ $\alpha_1 T$ における記録パワーレーザー光の立ち上がりで決まり、そのジッタは、 $\alpha_1 T$ と $\beta_1 T$ におけるパワー P_{w1}, P_{b1} 、さらには、 $\alpha_1 T$ と $\beta_1 T$ のデューティー比で決まる。 β_1 に関しては、0.5 ~ 2 の間であれば、0.5 程度の変化は、マーク前端位置やジッタにほとんど影響を及ぼさないので、後述の偶数長と奇数長のマーク長の差 1 T の制御のために利用することができる。

一方、マーク後端位置は、最後端の記録パルス $\alpha_m T$ 立下り位置や、その後の記録層温度の冷却過程に依存する。また、マーク最後端の分割パルス ($\beta_{m-1} + \alpha_m$) T における、パワー、 P_{wm}, P_{bm} 、及び、 α_m と β_m のデューティー比に依存する。特に、非晶質マークを形成する相変化媒体においては、記録層の冷却速度に大きな影響を与える最後端のオフパルス区間 $\beta_m T$ の値にも依存する。 β_{m-1} に関しては、0.5 ~ 2 の間であれば、0.5 程度の変化はマーク後端位置やジッタに直接影響を及ぼさないから、区間 $\beta_{m-1} T, \alpha_m T$ を、後述の偶数長と奇数長のマーク長の差 1 T の制御のために利用することができる。但し、後述のように、本発明の高速記録可能な光記録媒体を低線速記録に用いる場合には、 $\beta_m T$ を合わせて調整することも重要となる。

分割数 m が 3 以上である場合は、先頭のパルスと最後尾のパルスと間に存在する中間記録パルス群のうち、 $i = 2 \sim m$ の $\beta_{i-1} T, \alpha_i T$ は、概ね周期 2 T で繰り返される。つまり、 $\beta_{i-1} + \alpha_i$ は概ね 2 ($i = 2 \sim m$) となる。このように周期を一定とすることでパルス発生回路を簡便化できる。本発明において、「概ね」 2 又は「概ね」 2 Tとしたのは、電子回路等の実性能上不可避的に発生する 2 T からのずれは許容されることを表現するためである。すなわち、CD における 8 ~ 24 倍速又は 8 ~ 32 倍速 (DVD における 2 ~ 10 倍速又は 2 ~ 12 倍速) の広範な記録線速度において良好な記録が可能となる本発明の効果を奏する限り、多少 2 T からずれが生じてもよいのである。例えば、±0.2 のずれ (1.

8 T ~ 2 . 2 T) 程度のものは、電子回路等の実性能上不可避的に発生する 2 T からのずれに含まれることになる。

偶数マーク長においては、 $\beta_1 + \alpha_2$ 及び $\beta_{m-1} + \alpha_m$ においてもこれらの値を概ね 2 とでき、また、そのほうがパルス発生回路を簡便化できて好ましい。但し、偶数マーク長における $i = 1$ 及び／又は $i = m$ 、すなわち $\beta_1 + \alpha_2$ 及び／又は $\beta_{m-1} + \alpha_m$ に関しては、±0 . 5 程度の範囲で 2 からのずれを許容したほうが、より正確なマーク長及びマーク端のジッタ制御が可能となる場合もある。この場合は、 $\beta_1 + \alpha_2$ 及び $\beta_{m-1} + \alpha_m$ の間に存在する $\beta_{i-1} + \alpha_i$ を概ね 2 とすればよい。

また、奇数マーク長における $i = 1$ 及び／又は $i = m$ 、すなわち $\beta_1' + \alpha_2'$ 及び／又は $\beta_{m-1}' + \alpha_m'$ についても 2 からのずれを許容したほうが、より正確なマーク長及びマーク端のジッタ制御が可能となる。つまり、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ 、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ であるため、 $\beta_1' + \alpha_2'$ 及び／又は $\beta_{m-1}' + \alpha_m'$ は、少なくとも Δ_1 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m の分は 2 からのずれを許容したほうが、より正確なマーク長及びマーク端のジッタ制御が可能となるのである。従って、この場合は、 $\beta_1' + \alpha_2'$ 及び $\beta_{m-1}' + \alpha_m'$ の間に存在する $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ を概ね 2 とすればよい。

本パルス発生方法においては、中間記録パルス群である $i = 2 \sim m-1$ に対する、 $\alpha_i T$ と $\beta_{i-1} T$ のデューティー比は、マーク前後端のジッタには影響を及ぼさないので、非晶質マークが所定の幅で形成され、信号振幅が確保できれば良い。そこで、パルス発生回路の簡便化のために、これらを一定値とする。特に、中間のパルスが繰り返し存在しうる 4 以上の m の場合には、同じ分割数 m における 2 種類の偶数長マーク及び奇数長マークの記録マークにおける 3 以上、($m-1$) 以下の全ての i に対して、 $\alpha_i = \alpha_c$ (一定値) とする。同時に、周期 2 T が概ね一定であるから、 $\beta_i = 2 - \alpha_c$ も概ね一定値 β_c となる。この意味において、 β_c は、 α_c に従属して、 α_c が決まれば確定することとなる。

結局、3 以上の m (6 以上の n) においては、周期 ($\beta_1 + \alpha_2$) T 及び／又は ($\beta_{m-1} + \alpha_m$) T において、微調整を行うことにより、所望のマーク長 $n T$ を達成する。このうち、 α_2 も他の α_i ($i = 3 \sim m-1$) と同一の値 α_c をとることが望ましい。さらに偶数マークにおいては、 α_m も同一値 α_c をとることが望

ましい。このようにすることにより、記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスのレーザー光（パルス光）発生を制御する制御回路（電池回路）の設計がより簡便化されるようになる。

ただし、 $n = 3$ の場合には、 α_1 、 β_1 が α_m 、 β_m を兼ねるから、他の n とは異なる値として、 α_1 、 β_1 のみで、3 Tマーク長とマーク前後端のジッタを調整する必要がある。

さて、本発明の2 Tベースの記録パルス分割方法では、より規則正しいルールに基づいて、 n Tマークの n のとり得る値が奇数であるか偶数であるかにわけて考える点に特徴がある。

以下の説明においては、再び、同一 m における偶数マーク長の場合に対応するパラメータ α_1 、 β_1 、 T_{d1} 、 T_{d2} 、 T_{d3} 、及び j と、 n が奇数マーク長の場合に対応するパラメータ α'_1 、 β'_1 、 T'_{d1} 、 T'_{d2} 、 T'_{d3} 、及び k とを区別して説明する。

図5においては、 T_{d1} 、 T_{d2} 、 T_{d3} にTをかけた時間は、 n Tマークの先端時間 T_0 からの遅延時間として規定されているが、 T_{d1} 、 T_{d2} 、 T_{d3} はそれぞれ、記録パルス $\alpha_1 T$ 、中間パルス群の先頭である $\alpha_2 T$ 、 $\alpha_m T$ の発生タイミングを規定することが本来の目的であり、当該目的を達成するにおいて、基点をどこにとるかは任意性がある。たとえば、 T_{d2} を $\alpha_1 T$ の終点から規定する、つまり、 $T_{d2} = \beta_1$ としたり、 $\alpha_1 T$ の始点から規定して、 $T_{d2} = (\alpha_1 + \beta_1)$ と定義しても良い。同様に、 T_{d3} は、 T_0 を基点に規定しても良いが、 $\alpha_{m-1} T$ の立下りを基点に規定する、つまり、 $T_{d3} = \beta_{m-1}$ としても良い。逆に、このような遅延時間 T_{d1} 、 T_{d2} 、 T_{d3} 等の定義を通じて、 β_1 、 β_{m-1} 、 β_m が定まる。つまり、本発明記録ストラテジーを一義的に定義するための独立パラメータの組として(m 、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 α_m 、 β_m)が定まる。また、 n が奇数の場合には、独立パラメータの組として(m 、 T'_{d1} 、 α'_1 、 β'_1 、 α_c 、 β'_{m-1} 、 α'_m 、 β'_m)が定まる。

繰り返すが、本質的には、これらのパラメータ（各記録パルス、オフパルスの立ち上がりと立下りのタイミング）が定まればよいのであり、間接的に T_{d1} 、 T_{d2} 、 T_{d3} 等の遅延時間のパラメータの基点をどうとるかは任意性がある。

そして、各 n に対するマーク長及びスペース長 $n T$ を記録し、それらのゆらぎ

であるマーク及びスペースジッタを低減するために、各 n ごとに、分割数 m 及び、 $(T_{d_1} \text{ と } T_{d_1}')$ 、 $(T_{d_2} \text{ と } T_{d_2}')$ 、 $(T_{d_3} \text{ と } T_{d_3}')$ 、 $(\alpha_1 \text{ と } \alpha_1')$ 、 $(\alpha_m \text{ と } \alpha_m')$ 、 $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ のうちの少なくとも 2 組以上を変化させて、分割記録パルスを発生させるのである。このことは、また、各 n ごとに、分割数 m 及び、 $(T_{d_1} \text{ と } T_{d_1}')$ 、 $(\alpha_1 \text{ と } \alpha_1')$ 、 $(\beta_1 \text{ と } \beta_1')$ 、 $(\beta_{m-1} \text{ と } \beta_{m-1}')$ 、 $(\alpha_m \text{ と } \alpha_m')$ 、 $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ のうちの少なくとも 2 組以上を変化させることである。

上記各 n ごとに様々なパラメータを変化させるようにする記録方法のうち、好みいのは、同一の m における、 $n = 2m$ の記録マーク及び $n = 2m + 1$ の記録マークにおいて、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とし、かつ、 (T_{d_1}, T_{d_1}') 、 (α_1, α_1') 、 (β_1, β_1') 、 $(\beta_{m-1} \text{ と } \beta_{m-1}')$ 、及び $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ から選ばれる一組以上が異なる値をとることである。

すなわち、特に m が 3 以上の場合には、同じ分割数 m の偶数長マークと奇数長マークとにおけるマーク長の差 T を付与するために、本発明においては、特に、 $\beta_1 T$ 、 $\beta_{m-1} T$ 、 $\alpha_m T$ 、 $\beta_m T$ の各区間の時間長さを調整する。これら β_1 、 β_{m-1} 、 α_m 、 β_m のうち一つのパラメータだけを変化させて偶数長マークと奇数長マークとの差 1 T を付加しようとすると、奇数長マーク前後端の形成に悪影響を及ぼす場合がある。このため、奇数長マークを形成する際には、 α_m には必ず 0 でない値を付加 ($\alpha_m \neq \alpha_m'$ とする) しつつ、偶数長マークを形成する際に用いた β_1 、 β_{m-1} 、 β_m の少なくとも 1 つにも 0 でない値を付加する ($\beta_1 \neq \beta_1'$ 、 $\beta_{m-1} \neq \beta_{m-1}'$ 、 $\beta_m \neq \beta_m'$ の少なくとも 1 つを満たすようにする)。

このことは、上記の T_{d_1} 、 T_{d_2} 、 T_{d_3} の定義から、同一分割数 m の偶数長マークと奇数長マークとにおいて、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ としつつ、さらに $(T_{d_2} \text{ と } T_{d_2}')$ 、 $(T_{d_3} \text{ と } T_{d_3}')$ 、及び $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ の 3 つの組において少なくとも 1 組のパラメータを、 n が偶数であるか奇数であるかに応じて異なる値をとることを意味する。あるいは、同一分割数 m の偶数長マークと奇数長マークとにおいて、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ としつつ、さらに $(\beta_1 \text{ と } \beta_1')$ 、 $(\beta_{m-1} \text{ と } \beta_{m-1}')$ 、 $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ の 3 つの組において少なくとも 1 組のパラメータを、 n が偶数であるか奇数であるかに応じて異なる値をとることを意味する。

本発明者の一部は、特開 2002-331936 号公報や、文献「Proce

edings of PCOS2000, Nov. 30-Dec. 1, 2000
 p. 52-55」、「Proc. SPIE Vol. 4090 (2000) p.
 p. 135-143」、「Proc. SPIE Vol. 4342 (2002)
 p. 76-87」において、同一の分割数mにおける偶数長マークと奇数長マークとの1T分のマーク長の差を良好に実現させるために、主として $\beta_1 T$ と $\beta_{m-1} T$ の長さをそれぞれ補正して $\beta_1' T$ 、 $\beta_{m-1}' T$ とすることを提案している。

しかしながら、本発明者等がさらに検討を行った結果、CD-RWにおいて記録線速度を24倍速、32倍速と高速化すると、又は、RW-DVDにおいて記録線速度を8倍速、10倍速と高速化すると、上記 β_1 と β_{m-1} との補正だけでは、同一分割数mにおける偶数長マークと奇数長マークを良好に形成することができなくなることが判明した。

このため、本発明者等はさらに検討を行った。その結果、上記のような高速記録を良好に行うためには、奇数長マークを形成する際に、上記 β_1 及び β_{m-1} の補正を行うことよりも、まず $\alpha_m T$ の長さを補正して $\alpha_m' T$ を得ることの方が重要であることを見出した。

本発明者等の検討によれば、 $\beta_1 = \beta_1'$ 、 $\beta_{m-1} = \beta_{m-1}'$ として、偶数マーク及び奇数マーク間で β_1 及び β_{m-1} の補正は行わずに、まず、 α_m を補正して α_m' を得ることにより、高速記録においても、比較的良好品質を有する記録マークを形成することができる判明した。しかしながら、上記 α_m を補正して α_m' を得るだけでは、高速記録における良好な記録特性を確実に得るには未だ不十分であることも同時に判明した。

このため、本発明においては、上記 $\alpha_m T$ の長さの補正 ($\alpha_m \neq \alpha_m'$) に付随して、 $\beta_1 T$ 、 $\beta_{m-1} T$ 、及び $\beta_m T$ の少なくとも一つも補正することにより、良好な高速記録が確実に行えるようになるのである。特に、後述のCAVやP-C AV記録のように幅広い線速度範囲で良好な記録を行える。

従来の2Tベースの記録パルス分割方法において、オフパルス区間 $\beta_1 T$ 、 $\beta_{m-1} T$ だけで、同一分割数mにおける偶数長マークと奇数長マークとの差1Tを補正する場合、上記偶数長及び奇数長マーク形成のために付与される記録パルス区間の総和 $\sum \alpha_i T$ ($\sum \alpha_i' T$) は、偶数長マーク及び奇数長マークで同一となる。また、本発明においては、第1義的には、一つの記録マークを形成する際の記録

パルス区間における記録パワー P_w が一定（つまり、 $\alpha_1 T$ から $\alpha_m T$ までの各区間において記録パワー P_w を一定とする。）である場合を想定している。このため、偶数長マーク及び奇数長マークで $\sum \alpha_i T$ ($\sum \alpha_{i'} T$) が同じであるということは、一組の偶数マークと奇数マーク形成にかかる記録エネルギーの総和： $P_w (\sum \alpha_i T)$ が同一となる ($\sum \alpha_i T = \sum \alpha_{i'} T$) ことを意味する。

ところで、光記録媒体の記録を行うための記録装置（ドライブ）は、個々の記録装置間でレーザ発生装置の出力に若干のばらつきを有するのが通常である。これは、上記記録パワー P_w が記録装置間でばらついていることを意味する。本発明者らが鋭意検討を加えた結果、上記の一組の偶数マークと奇数マーク形成にかかる記録エネルギーの総和： $P_w (\sum \alpha_i T)$ が一定となる記録エネルギーの照射方法では、上記記録装置間の P_w のばらつきにより、同一分割数 m における奇数マーク長と偶数マーク長の変化が同一とならない問題があることがわかった。つまり、記録装置の製品間のばらつきに伴う記録パワー P_w の増減 ΔP_w により、同一の m における一組の奇数と偶数のマーク長を記録したとしても、記録装置間において ΔT_{mark} だけ前記マーク長がずれることとなる。ここで、奇数マークの ΔT_{mark} と偶数マークの ΔT_{mark} とがほぼ同一であれば問題はないが、記録方法として $2T$ ベースの記録パルスストラテジーを用いて $\beta_1 T$ 、 $\beta_{m-1} T$ というオフパルス区間のみの補正 ($P_w (\sum \alpha_i T)$ を一定とする方法) を行うと、記録装置間の ΔP_w によって、奇数マーク長の ΔT_{mark} と偶数マーク長の ΔT_{mark} とが顕著に異なることがわかった。

図 1 に示す従来の $1T$ ベースの記録パルス分割方法では、マーク長が $1T$ 変化するたびに記録パルスを 1 個追加していたので、マーク長が長ければ、記録エネルギーの総和が単調増加するという規則が維持されていた。このため、記録装置間の P_w のばらつきに伴う、 ΔT_{mark} は、奇数、偶数マークによらず、ほぼ一定であった。しかしながら、前述したように、従来の $1T$ ベースの記録パルス分割方法では、CD-RW における 24、32 倍速、RW-DVD における 8 倍速、10 倍速といった高速記録を行うことができず、レーザの照射時間及び冷却時間を確保するために $2T$ ベースの記録パルス分割方法を用いて達成することが必須となる。従って、 $2T$ ベースの記録パルス分割方法を用いる限り、上記 ΔT_{mark} を偶数マーク及び奇数マーク間でほぼ一定とすることが重要となる。

このため、本発明者らは、CD-RWの24倍速、32倍速、又は、RW-DVDの8倍速、10倍速においても良好な記録を可能とするために、2Tベースの記録パルス分割方法の更なる検討を行った。その結果、記録装置間のΔPwに伴って生ずるΔTmarkを、偶数マーク長及び奇数マーク長間においてほぼ一定とするためには、2Tベースの記録パルス分割方法において、同一分割数mにおける偶数(2m)マークと奇数(2m+1)マークとの間で $\alpha_m T$ を必ず補正し、記録エネルギーの総和Pw($\sum \alpha_i T$)を、マーク長とともに増加させることができ有効であることを見出したのである。 $\sum \alpha_i T$ は、マーク長が1T増加するごとに概ね0.5Tずつ増加することが好ましい。mが1増加するごとに $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とが1つずつ増えるのであるが、この場合、通常は中間パルス群 $\alpha_c T$ 、 $\beta_c T$ を追加することになる。 $\beta_c + \alpha_c$ は概ね2であるから、平均的に $\sum \alpha_i T$ が1T増加することになる。同じ分割数mには、n及びn+1の2つの場合が含まれるから、n→n+1とマーク長を1T増加させると、 $\sum \alpha_i T$ を概ね0.5T増加させることになる。

この目的から、上述の通り、 β_1 、 β_{m-1} 、更にはその他のオフパルス区間の長さのみを調節して、同一mにおける、偶数マーク及び奇数マークの差である1T分のマーク長を調整して、良好な記録パワーマージンを得ることは困難である。

一方、記録パルス $\alpha_i T$ のいずれの長さを調整するかについては、mが増減することに最後尾の $\alpha_i T$ が一個増えるのと同様の機能を持たせるために、同一のmにおいては最後尾の $\alpha_i T$ すなわち、 $\alpha_m T$ の長さを調節することが最も好ましい。

そして、本発明者等の検討により、 $\alpha_m T$ のほかにも、 $\beta_1 T$ 、 $\beta_{m-1} T$ 、 $\beta_m T$ の少なくとも一つもあわせて補正することが、1T分のマーク長の補正と共に、マーク端における低いジッタを得ることに有効であることがわかった。さらに、本発明者等の検討によれば、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ とするとき、 Δ_m は正確に1であるよりも、 $0 < \Delta_m \leq 1$ の範囲にあることが好ましいこともわかった。また、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ 、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ においても、 Δ_1 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m' は1以下であることが好ましいこともわかった。

これにより、同一分割数mにおいて、nが偶数か奇数かに応じてマーク長Tの差を付与されるのであるが、具体的には、以下の2つの方法があげられる。

(記録パルス分割方法 I I)

この記録パルス分割方法は、(記録パルス分割方法 I)において、3以上のmに対して、同一分割数mにおける、 $n = 2m$ の記録マーク及び $n = 2m + 1$ の記録マークにおいて、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ 、 $\beta_1 \neq \beta_1'$ とし、かつ、 (T_{d1}, T_{d1}') 、 $(\alpha_1 \text{ と } \alpha_1')$ 、 $(\beta_{m-1} \text{ と } \beta_{m-1}')$ 、及び $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ から選ばれる一組以上が異なる値をとるものとする方法である。

具体的には、同一分割数mにおいて、nが奇数である場合の $(\beta_{m-1}' + \alpha_m' + \beta_m')$ をnが偶数である場合の $(\beta_{m-1} + \alpha_m + \beta_m)$ に対して大きくするとともに、nが奇数である場合の β_1' をnが偶数である場合の β_1 よりも大きくすることが望ましい。

すなわち、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ とするとともに、 $\beta_1' > \beta_1$ とし、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ とする。ここで、 Δ_m は、0より大きく、好ましくは0.2以上とし、一方、1以下、好ましくは0.7以下、より好ましくは0.6以下とする。また、 Δ_1 は、0より大きく、好ましくは0.2以上とし、一方、1以下、好ましくは0.7以下、より好ましくは0.6以下とする。

より具体的には、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($0 < \Delta_1 \leq 1$)、 $\beta_{m-1}' + \alpha_m' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} + \alpha_m + \Delta_m = \beta_{m-1} + \alpha_m + \Delta_{mm}$ ($\Delta_{mm} = 0.2 \sim 1$) とするのが好ましい。 Δ_1 、 Δ_{mm} の値の上限は1以下とするのが好ましく、 Δ_1 は特に0.2～0.7の値とするのが好ましく、0.3～0.6とするのがより好ましい。このうち、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ と $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ においては、 Δ_{m-1} 、 Δ_m それぞれに0～1を配分するが、 Δ_{m-1} 、 Δ_m の上限は0.7以下、好ましくは0.6以下とするのが好ましい。さらに、 $\Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m'$ は、0.2～1.2とするのが好ましい。

特に、3以上のmに対しては、 $T_{d1}' = T_{d1}$ 、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($0 < \Delta_1 \leq 1$)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m$ 、 $0 < \Delta_{mm} \leq 1$ 、とするのが好ましい。ここで、 Δ_1 、 Δ_{mm} は、さらに0.2～0.7の値とすることが好ましい。 Δ_{m-1} は0～0.7、 Δ_m は0.2～0.7の値とすることが好ましい。

パルス発生回路を簡便化するためには、 $\beta_1 + \alpha_2$ 及び $\beta_{m-1} + \alpha_m$ は、1.7～2.3の範囲の値をとるのが好ましく、特に、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m =$

2とすることがより好ましい。

また、 $\alpha_m = \alpha_c$ とするのが好ましい。さらには $\alpha_1 = \alpha_1'$ とし、これを $\alpha_1 = \alpha_1' = \alpha_c$ とすることも、可変パラメータ数を少なくする上で好ましい。

ここで、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合に、 $m - 1 = 1$ であるから、区間 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ は、区間 $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ とも解される。この場合、5 Tマークの $(\beta_1' + \alpha_2')$ Tを4 Tマークの $(\beta_1 + \alpha_2)$ Tより約1 T長くするのであるが、より具体的には、 $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれmが3以上の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_m, \alpha_m', \beta_m, \beta_m'$ と等しくするとともに、 β_1 をmが3以上の場合のいずれかのmにおける、 β_1 又は β_{m-1} のいずれかと等しくし、 β_1' をmが3以上の場合のいずれかのmにおける、 β_1' 又は β_{m-1}' のいずれかと等しくするのが好ましい。

上記 $m = 2$ における $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ の各値は、 $m = 3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくするとともに、 β_1 を $m = 3$ の場合における β_1 又は β_2 と等しくし、 β_1' を $m = 3$ の場合における β_1 又は β_2 のいずれかと等しくするのが好ましい。特に好ましいのは、 $m = 2$ における $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれmが3の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2, \beta_2', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくすることである。

ただし、 $m = 2$ に関するいずれの場合も、 β_2' に関しては、さらに±0.5の範囲での微調整を許容するものとする。よって、 $n = 4, 5$ においては、mが3以上の場合と異なる値を取りうるのは、 $T_{d1}, T_{d1}', \beta_2'$ の3個のパラメータである。

なお、 $m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。この場合、 α_1' は、3以上のmにおける α_1' より0.1から1.5程度大きくし、 β_1' は3以上のmにおける β_1' より小さく、かつ、 β_m, β_m' より大きくするのが好ましい。あるいは、 α_1' は、3以上のmにおける α_1' の1~2倍とすることも好ましい。

他の具体的方法として、

(記録パルス分割方法I I I)

この記録パルス分割方法は、(記録パルス分割方法I)において、3以上のm

に対して、同一の分割数mにおける、 $n = 2m$ の記録マーク及び $n = 2m + 1$ の記録マークにおいて、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ 、 $T_{d1} = T_{d1}'$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $\beta_1 = \beta_1'$ とし、かつ(β_{m-1} と β_{m-1}')、及び(β_m と β_m')から選ばれる一組以上が異なる値をとるものである。すでに、(記録パルス分割方法方法I)において、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = \beta_{i-1}' + \alpha_i' = \beta_c + \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$)となっているので、 $T_{d1} = T_{d1}'$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $\beta_1 = \beta_1'$ とすることで、オフパルス区間 $\beta_{m-1}T$ 及び $\beta_{m-1}'T$ の開始時間までのすべての記録パルスとオフパルス区間を偶数マークと奇数マークにおいて同期させることができ、記録パルス発生回路を大幅に簡略化できる。

すなわち、3以上のmにおいては、同一分割数mにおいて、nが偶数である場合の($\beta_{m-1} + \alpha_m + \beta_m$)に対して約1を付加することにより、nが奇数である場合の($\beta_{m-1}' + \alpha_m' + \beta_m'$)を得る。上記($\beta_{m-1} + \alpha_m + \beta_m$)に付加する約1は、0.5~1.5の範囲の値であることが好ましく、0.5~1.2の範囲の値であることがより好ましい。このうち、 β_{m-1} 、 β_m には0以上1以下の値を付与し、 α_m には0より大きく1以下の値を付与するが、 β_{m-1} 及び α_m に付与する値の上限は0.6以下とすることがより好ましい。 α_m だけで1T分のマーク長の補正を行おうとすると後端ジッタが高くなる可能性があるので、少なくとも β_{m-1} か β_m のいずれかを α_m とあわせて補正する。ここで、記録パルス分割方法Iにおいて説明したように、 $\alpha_2' = \alpha_2 = \alpha_c$ であるから、 $\beta_1' + \alpha_2' = \beta_1 + \alpha_2$ となる。

すなわち、3以上のmに対しては、

$$\begin{aligned}\beta_{m-1}' &= \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} (\Delta_{m-1} = 0 \sim 1), \quad \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m (0 < \Delta_m \leq 1), \\ \beta_m &= \beta_m + \Delta_m' (\Delta_m' = 0 \sim 1), \quad \text{また}, \quad \Delta_{mm} + \Delta_m' = \Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m' \\ &= 0.5 \sim 1.5\end{aligned}$$

とするのが好ましく、0.5~1.2とするのがより好ましい。

$\beta_1 + \alpha_2 = \beta_1' + \alpha_2'$ 、及び $\beta_{m-1} + \alpha_m$ は、前述のように1.5~2.5の範囲の値をとることが好ましく、1.7~2.3の範囲の値をとることがより好ましい。特に、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ とするのが好ましい。

ここで、 $m = 2$ ($n = 4, 5$)の場合に、 $m - 1 = 1$ であるから、区間($\beta_1 + \alpha_2$)Tは、区間($\beta_{m-1} + \alpha_m$)Tとも解される。この場合、5Tマークの($\beta_1 + \alpha_2$)Tを4Tマークの($\beta_1 + \alpha_2$)Tより約1T長くするのであるが、よ

り具体的には、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれ3以上のいずれかのmにおける α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくするのが好ましい。

ただし、 $m=2$ における α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' に関しては、さらに±0.2の範囲で値を微調整することもあるが、その必要性は小さい。特に好ましいのは、 $m=2$ における α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれ $m=3$ における α_1 、 α_1' 、 β_2 、 β_2' 、 α_3 、 α_3' 、 β_3 、 β_3' と等しくすることである。

なお、 $m=1$ ($n=3$) の場合には、やはり、一対の記録パワー照射区間 α_1' 、Tとバイアスパワー照射区間 β_1' 、Tからなる記録光の照射を行う。この場合、 α_1' は、3以上のmにおける α_1' より0.1から1.5程度大きくするのが好ましい。あるいは、 α_1' は、3以上のmにおける α_1' の1~2倍とするのが好ましい。

上述の通り、(記録パルス分割方法I I I)では、3以上のmにおいて、 $\beta_1' = \beta_1$ とし、同一分割数mにおいて、nが偶数である場合の($\beta_{m-1} + \alpha_m + \beta_m$)に対して約1を付加することにより、nが奇数である場合の($\beta_{m-1}' + \alpha_m' + \beta_m'$)を得る。上記1を付加するために、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ とすることに加え、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ とする場合、 $\beta_m = \beta_m + \Delta_m'$ とする場合、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ 及び $\beta_m = \beta_m + \Delta_m'$ とする場合、の3つの場合を考えられる。これらうち、記録可能な線速度の上限よりも遅い線速度で記録を行うような場合においては、まず $\beta_m = \beta_m + \Delta_m'$ として、 β_m における補正を β_{m-1} における補正に優先させることが好ましい。その理由を以下に示す。

すなわち、本発明記録媒体においてオーバーライト可能な線速度の上限よりも遅い線速度で記録を行う場合、 $\alpha_m' > \alpha_m$ なる補正がマーク後端の冷却過程に大きな影響を及ぼすために、 β_m における補正值 Δ_m' を、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) のように補正することが好ましいのである。例えば、24倍速でオーバーライト可能な本発明CD-RW媒体に24倍速未満で記録を行う場合や、8倍速でオーバーライト可能な本発明RW-DVD媒体に、8倍速未満で記録する場合であり、後述のCAVやP-CAV記録を行う場合に有用である。このような場合には、 Δ_{m-1} よりも、まず、 $\Delta_m' > 0$ とすることを優先するのが好ま

しいのである。

本記録パルス分割方法（I）、（II）、及び（III）においては、 α_i と β_i は、それぞれのマーク長でそれぞれ最適化することができるが、パルス発生回路の簡便化のために、これらをできるだけ一定値とするのが好ましい。

まず、mが3以上の場合に存在する中間記録パルス群において、 α_i 及び α'_i （ $i = 2 \sim m-1$ ）をi及びnによらない値 α_c で一定とするのが好ましい。

続いて、先頭記録パルスパラメータ α_1 、 α'_1 を、2以上のm、少なくとも3以上のmに対して偶数長マークであるか奇数長マークであるかにかかわらず、一定値とできる。すなわち $\alpha'_1 = \alpha_1$ であって、 α_1 はmによらない一定値とすることが好ましい。この場合には、やはり、少なくとも3以上のmに対して、 $T_{d_1} = T'_{d_1}$ も一定とするのが好ましい。

α_m 及び α'_m に関しては、同一mの偶数長マークと奇数長マークで異なるのであるが、3以上のm、より好ましくは2以上のm、においては、mによらず、偶数長マークにおける α_m を一定とし、奇数長マークにおける α'_m を一定とできる。そして、偶数長マークにおける α_m も α_c とするのが好ましい。

以上に加えて、記録パルス分割方式（II）においては、3以上のm、より好ましくは2以上のm、においては、 Δ_1 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m をそれぞれ一定とする。よって $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m$ も一定となる。

以上のように、mに依存しないパラメータを考慮すれば、RW-DVDの場合に、n=14の場合を追加するにしても、二対の $\alpha_c T$ と $\beta_c T$ を挿入するだけですむので、独立パラメタの数は、CD-RWの場合と同じと考えられる。

以上をまとめたならば、記録パルス分割方法（II）においては、さらに以下の簡略化した記録パルス分割方法となる。

すなわち、3以上のm（すなわち、6以上のn）に対しては、 $T'_{d_1} = T_{d_1}$ 、 $\alpha'_1 = \alpha_1$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.5 \sim 2.5$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.5 \sim 2.5$ 、 $\beta'_1 = \beta_1 + \Delta_1$ （ $0 < \Delta_1 \leq 1$ ）、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ （ $\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$ ）、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ （ $0 < \Delta_m \leq 1$ ）、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.2 \sim 1$ 、 $\beta'_m = \beta_m + \Delta_m$ （ $\Delta_m = 0 \sim 1$ ）関係を満たし、かつ、 T_{d_1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' は、3以上のmにおいてはmによらず一定とできる。

ここで、特に3以上のmにおいて、 $(T_{d1} + \alpha_1) T = (T_{d1}' + \alpha_1') T$
 $= 2T$ とすることで、特に偶数長マークにおいて各記録パルス $\alpha_i T$ の立下りを、
クロック周期に同期させることができ、回路をさらに簡便化できる。ここにおいて、mが3以上(nが6以上)のマークについては、 $(T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \Delta_1, \alpha_c, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m, \beta_m, \Delta_m')$ の11個の独立パラメータにより、下記の記録パルス分割方法(II-A)が規定できる。

すなわち、記録パルス分割方法(II-A)記録マーク間に対しては、非晶質を結晶しうる消去パワーPeの記録光を照射し、

n = 2m (mは2以上の整数)なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j) T$ 、(jは-2.0~2.0なる実数)を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなるm個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ からなる区間、ただし $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ 、となるように分割し、

n = 2m + 1 (mは2以上の整数)なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k) T$ 、(kは-2.0~2.0なる実数)を、

$$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$$

からなるm個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ からなる区間、ただし、 $\sum_i (\alpha_i' + \beta_i') = n - k$ 、となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間(iは1~mの整数)内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワーPwの記録光(ただし、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする)を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_i' T$ なる時間(iは1~mの整数)内には、 $P_b \leq 0.2 P_e$ なるバイアスパワーPbの記録光を照射する、書換え型光記録媒体への記録方法であって、

n = 2m (mは3以上)の場合には、n Tマークの開始時間を T_0 とするとき、 T_0 から遅延時間 $T_{d1} T$ 後に $\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T = \alpha_c T$ がこの順に発生された後、概ね周期2Tを保ちながら $\beta_{i-1} T = \beta_c T$ と $\alpha_i T = \alpha_c T$ ($i = 3 \sim m-1$ 、 α_c 及び $\beta_c = 2 - \alpha_c$ は、iによらず一定) とがこの順に交互に発生された後、 $\beta_{m-1} T, \alpha_m T, \beta_m T$ がこの順に発生されてなり、

n = 2m + 1 (mは3以上)の場合には、n Tマークの開始時間を T_0 とする

とき、 T_0 から遅延時間 T_{d1} 、 T 後に α_1 、 T 、 β_1 、 T 、 α_2 、 $T = \alpha c T$ がこの順に発生され、概ね周期 $2T$ を保ちながら、 $\beta c T = \beta_{i-1}$ 、 T と $\alpha c T = \alpha_i$ 、 T ($i = 3 \sim m-1$) とがこの順に交互に発生された後、 β_{m-1} 、 T 後に、 α_m 、 T 及び β_m 、 T がこの順に発生されてなり、

かつ、3以上のもにおいては同一分割数 m において、 $T_{d1} = T_{d1}$ 、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($0 < \Delta_1 \leq 1$)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m$ 、 $0 < \Delta_{mm} \leq 1$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) の関係を満たし、かつ、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 αc 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' は、 m によらず一定とする記録方法である。

ここで、 $m=2$ の場合には、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれ $m=3$ の場合の α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする（ただし β_2' は、さらに±0.5の範囲で調整可能とする）のが好ましい。

前述の記録方式CD 1-1、2-1、及びDVD 1-1、2-1は、このような記録パルス分割方式（II-A）において、各パラメータの範囲及び大小関係をより限定的に規定したものである。

上記記録パルス分割方法（II-A）において、「概ね周期 $2T$ を保つ」とは、 $(\beta_{i-1} + \alpha_i) T = 2T$ ($i = 2 \sim m$)、及び $(\beta_{i-1}' + \alpha_i') T = 2T$ ($i = 3 \sim m-1$) であって、電子回路の実現するための $2T$ からの不可避のずれを許容することを意味するのみでなく、 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 及び $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ に関しては、±0.5Tの範囲での微調整をも許容する意味である。

このようにして、 m が3以上（ n が6以上）のマーク長に関しては、11個の独立パラメータ（ T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 αc 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' ）で記録パルス分割方法が規定でき、他には、 $n=3$ における T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' （計3個）、 $m=2$ （ $n=4$ 、 5 ）における T_{d1} 、 T_{d1}' 、 α_2' 、 β_2' （計4個）のパラメータを規定すれば、すべての3~11までのマーク長を形成するための記録パルス分割方法が定まる。さらに、 P_w 、 P_b がすべて区間で一定のパワーレベルをとれば、 P_e と合わせて3種の記録パワーレベル値を定義し、計11+3+4+3=21個の独立パラメータを定義すればよい。

ここで、パルス分割方式（I I - A）においては、記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスのレーザー光（パルス光）の制御を行う制御回路（電子回路）の設計をより簡略化するために、3以上のmにおいては、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_c$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ 、及び $\alpha_m = \alpha_c$ のうち少なくとも一つの式が成り立つようになります。

3以上のm（すなわち6以上のn）においては、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ とすると、 $i = 1 \sim m$ までの各記録パルス $\alpha_i T$ の立下りを、クロック周期に同期させることができます。回路をさらに簡便化できるので好ましい。この場合、 $T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ となる。さらに、 $\beta_1' + \alpha_2' = 2$ 、 5 、すなわち、 $\beta_1' = \beta_1 + 0.5$ 、とすると、 $i = 1 \sim m-1$ までの各記録パルス $\alpha_i' T$ の立下りも、クロック周期の $1/2$ の周期に同期させることができます。独立パラメータの数を大幅に減らすと共に、回路をさらに簡便化できるので好ましい。

この場合の独立パラメータは、記録パワーレベルの3個と、 $n = 3$ における、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3個、 $n = 4$ 、 5 における T_{d1} 、 T_{d1}' 、 α_2' 、 β_2' の4個と6以上のnにおける（ α_1 、 Δ_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' ）の8個の計 $3 + 3 + 4 + 8 = 18$ 個となり、パラメータの決定が簡便化できる。より一層好ましくは、2以上のすべてのm（nが4以上）において、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ とする。この場合 $n = 4$ 、 5 における T_{d1} 、 T_{d1}' の2個も非独立となるので、独立パラメータ数は16個である。さらに加えて、3以上のmにおいて、 $\alpha_m = \alpha_c$ とする、あるいは、 $\alpha_1 = \alpha_c$ とすると、独立パラメータ数をさらに減らすことができ好ましい。 $\alpha_m = \alpha_1 = \alpha_c$ とすれば、独立パラメータ数は14個となる。

すなわち、 $m = 2$ においても、 $m = 3$ 以上の場合と同様に、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\alpha_2 = \alpha_c$ のうちの少なくとも一つが成り立つことが好ましい。

また、 α_m 、 α_1 、及び α_c が等しいか否かにかかわらず、 α_1 / α_c 、 α_m / α_c の比、又は、 $\alpha_1 - \alpha_c$ 、 $\alpha_m - \alpha_c$ の差分が、予め決められた値となつていれば、 α_c が決まれば α_1 及び α_m も一義的に決まるので、パラメータ数を減らすことができるようになる。この場合、具体的には、 α_1 / α_c 、 α_m / α_c の比は

1～2の値とすることが好ましい。また、 α_1/α_c と α_m/α_c の比は、この範囲の値であれば、互いに異なっていても良い。

なお、特に、 $\alpha_1 > \alpha_c$ とすることは、記録に必要なパワーを低減できる場合があり、その場合は積極的に α_1 と α_c を異なる値とすることが望ましい。

さらに、 $n = 3$ における α_1' が、 n が 4 以上の場合の α_1 と等しいか、 $n = 3$ の場合の α_1' と n が 4 以上の場合の α_1 あるいは α_c が、一定の比又は差分を有するように定めても良い。

一方、記録パルス分割方法（III）においては、以下の簡略化した記録パルス分割方法を用いることが好ましい。3 以上の m (すなわち、6 以上の n) に対しては、 $T_{d1}' = T_{d1}$ 、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1$ 。5～2.5、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1$ 。5～2.5、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$)、 $\Delta_{mm} + \Delta_m' = \Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m' = 0$ 。5～1.5、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) の関係を満たし、かつ、 T_d 、 α_1 、 β_1 、 α_c は、3 以上の m においては m によらず一定とするのが好ましい。さらに、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m' も 3 以上の m において一定とするのが好ましい。 Δ_m に関しては、 Δ_{m1} と Δ_{m2} の 2 通りの値をとりうるが $\Delta_{m1} = \Delta_{m2}$ であるのがより好ましい。 Δ_{m-1} 、 Δ_m' は、いずれも 0～0.7 であることがより好ましく、いずれも 0～0.6 であることが特に好ましい。 Δ_m は、0 より大きく 0.7 以下であることがより好ましく、0 より大きく 0.6 以下であることがより好ましい。

下記の記録パルス分割方法（III-A）が規定できる。

すなわち、

記録パルス分割方法（III-A）

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶しうる消去パワー P_e の記録光を照射し、

$n = 2m$ (m は 2 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j)T$ 、(j は -2.0～2.0 なる実数) を、

$\alpha_1 T$ 、 $\beta_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、 $\beta_2 T$ 、……、 $\alpha_m T$ 、 $\beta_m T$ 、

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ からなる区間、ただし $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ 、となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は2以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k) T$ 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$$

からなる m 個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ からなる区間、ただし、 $\sum_i (\alpha_i' + \beta_i') = n - k$ 、となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_1' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_1' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 $P_b \leq 0.2 P_e$ なるバイアスパワー P_b の記録光を照射する、書換え型光記録媒体への記録方法であって、

$n = 2m$ (m は3以上) の場合には、 $n T$ マークの開始時間を T_0 とするとき、 T_0 から遅延時間 $T_{d1} T$ 後に $\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T = \alpha_c T$ がこの順に発生された後、概ね周期 $2 T$ を保ちながら $\beta_{i-1} T = \beta_c T$ と $\alpha_i T = \alpha_c T$ ($i = 3 \sim m-1, \alpha_c$ 及び $\beta_c = 2 - \alpha_c$ は、 i によらず一定) とがこの順に交互に発生された後、 $\beta_{m-1} T, \alpha_m T, \beta_m T$ がこの順に発生されてなり、

$n = 2m + 1$ (m は3以上) の場合には、 $n T$ マークの開始時間を T_0 とするとき、 T_0 から遅延時間 $T_{d1}' T$ 後に $\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T = \alpha_c T$ がこの順に発生され、概ね周期 $2 T$ を保ちながら、 $\beta_c T = \beta_{i-1}' T$ と $\alpha_c T = \alpha_i' T$ ($i = 3 \sim m-1$) とがこの順に交互に発生された後、 $\beta_{m-1}' T$ 後に、 $\alpha_m' T$ 及び $\beta_m' T$ がこの順に発生されてなり、

かつ、3以上の m においては、同一分割数 m において、 $T_{d1}' = T_{d1}, \alpha_1' = \alpha_1, \beta_1' = \beta_1, \beta_1 + \alpha_2 = 1.5 \sim 2.5, \beta_{m-1} + \alpha_m = 1.5 \sim 2.5, \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$)、 $\Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m' = 0.5 \sim 1.5, \beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) の関係を満たし、かつ、 $T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \alpha_c, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \beta_m, \Delta_m'$ は、 m によらず一定とする (ただし、 Δ_m は、 m に応じて、 Δ_{m1} と Δ_{m2} の2通りの値をとり得る) ものとする記録方法である。

さらに、 $m = 2$ の場合には、記録パルス分割方法 (I I I) と同じく、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m = 3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ

α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする、光記録方法である。

上記記録パルス分割方法（III-A）において、「概ね周期 $2T$ を保つ」とは、 $(\beta_{i-1} + \alpha_i) T = 2T$ ($i = 2 \sim m$)、及び $(\beta_{i-1}' + \alpha_i')$ $T = 2T$ ($i = 2 \sim m-1$) であって、電子回路の実現するための $2T$ からの不可避のずれを許容することを意味するのみでなく、 $(\beta_1 + \alpha_2) T$ 及び $(\beta_{m-1} + \alpha_m) T$ に関しては、 $\pm 0.5T$ の範囲での微調整をも許容する意味である。

このようにして、 m が3以上 (n が6以上) のマーク長に関しては、11個の独立パラメータ (T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_{m1} 、 Δ_{m2} 、 β_m 、 Δ_m') で記録パルス分割方法が規定でき、他には、 $n = 3, 4, 5$ におけるそれぞれの T_{d1} 又は T_{d1}' （計3個）、 $n = 3$ における、 α_1' 、 β_1' （計2個）のパラメータを規定すれば、すべての3～11までのマーク長を形成するための記録パルス分割方法が定まる。さらに、 Pw 、 Pb がすべて区間で一定のパワーレベルをとれば、 Pe と合わせて3種の記録パワーレベル値を定義し、計 $11 + 3 + 2 + 3 = 19$ 個の独立パラメータを定義すればよい。

前述の記録方式CD1-2、2-2、及びDVD1-2は、このような記録パルス分割方式（III-A）において、各パラメータの範囲及び大小関係をより限定的に規定したものである。

ここで、パルス分割方式（III-A）においては、記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスのレーザー光（パルス光）の制御を行う制御回路（電子回路）の設計をより簡略化するために、以下の事項を行うことが好ましい。

一点目、3以上のmにおいては $\Delta_m = \Delta_{m1} = \Delta_{m2}$ とすることが好ましい。

二点目は、3以上のmにおいては、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_c$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ 、及び $\alpha_m = \alpha_c$ のうち少なくとも一つの式が成り立つ様にすることである。

特に3以上のmにおいて、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、とすると、 $i = 1 \sim m-1$ までの各記録パルス $\alpha_i T$ 、及び $\alpha_i' T$ の立下りを、クロック周期に同期させることができ、回路をさらに簡便化でき、また、独立パラメータ数が大幅に減らせるので好ましい。尚、 $\beta_1 = \beta_1'$ 、 $\alpha_2 = \alpha_2' = \alpha_c$ なので、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ とすれば、 $\beta_1' + \alpha_2' = 2$ となる。同様に、 $T_{d1} = T_{d1}'$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$

なので、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ とすれば、 $T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ となる。

この場合の、独立パラメータは、記録パワーレベルの 3 個と、 $n = 3$ における、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の 3 個、 $n = 4$ 、5 における T_{d1} 、 T_{d1}' の 2 個と 3 以上の m における (α_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m') の 8 個の計 $3 + 3 + 2 + 7 = 16$ 個となり、パラメータの決定が簡便化できる。 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ 、 $\alpha_m = \alpha_c$ とすれば、さらに、パラメータ数を 2 個減らし、14 個とすることことができ好ましい。

あるいは、 α_1/α_c 、 α_m/α_c の比、又は、 $\alpha_1 - \alpha_c$ 、 $\alpha_m - \alpha_c$ の差分が、予め決められた値となっていれば、 α_c が決まれば、 α_1 や α_m が決まるので、やはりパラメータ数を減らすことができて好ましい。この場合、具体的には、 α_1/α_c 、 α_m/α_c の比は 1~2 の値とすることが好ましい。また、 α_1/α_c と α_m/α_c の比は、この範囲の値であれば、互いに異なっていても良い。

なお、特に、 $\alpha_1 > \alpha_c$ とすることは、記録に必要なパワーを低減できる場合があり、その場合は積極的に α_1 と α_c を異なる値とすることが望ましい。

さらに、 $n = 3$ における α_1' が、 n が 4 以上の場合の α_1 と等しいか、 $n = 3$ の場合の α_1' と n が 4 以上の場合の α_1 あるいは α_c が、一定の比又は差分を有するように定めても良い。

より一層好ましくは、2 以上のすべての m において、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ とする。この場合 $n = 4$ 、5 における T_{d1} 、 T_{d1}' の 2 個も非独立となるので、独立パラメータ数は 12 個である。

すなわち、 $m = 2$ においても、 $m = 3$ 以上の場合と同様に、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\alpha_2 = \alpha_c$ のうちの少なくとも一つが成り立つことが好ましい。

ここにおいて、最も簡便な記録パルス分割方法として、12 個の独立パラメータ (4 以上の n における α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' 、 $n = 3$ における T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' 、及び P_w 、 P_e 、 P_b) のみによって規定される記録パルス分割方法 (III-I-B) が以下のように定義できる。すなわち、

記録パルス分割方法 (III-I-B)

記録マーク間にに対しては、非晶質を結晶しうる消去パワー P_e の記録光を照射し、

$n = 2m$ (m は2以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j) T$ 、 (j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ からなる区間、ただし $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ 、となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は2以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k) T$ 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ からなる区間、ただし、 $\sum_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$ 、となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光（ただし、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする）を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 $P_b \leq 0.2 P_e$ なるバイアスパワー P_b の記録光を照射する、書換え型光記録媒体への記録方法であって、

$n = 2m$ (m は3以上) の場合には、 $n T$ マークの開始時間を T_0 とするとき、 T_0 から遅延時間 $T_{d1} T$ 後に $\alpha_1 T$ が発生され、概ね周期 $2 T$ を保ちながら $\beta_c T = \beta_{i-1} T$ と $\alpha_c T = \alpha_i T$ ($i = 2 \sim m$ 、 α_c 及び $\beta_c = 2 - \alpha_c$ は、 i によらず一定) とがこの順に交互に発生された後、 $\beta_m T$ がこの順に発生されてなり、

$n = 2m + 1$ (m は3以上) の場合には、 $n T$ マークの開始時間を T_0 とするとき、 T_0 から遅延時間 $T_{d1}' T$ 後に $\alpha'_1 T$ が発生され、概ね周期 $2 T$ を保ちながら、 $\beta_c T = \beta_{i-1}' T$ と $\alpha_c T = \alpha'_i T$ ($i = 2 \sim m - 1$) とがこの順に交互に発生された後、 $\beta_{m-1}' T$ 後に、 $\alpha_m' T$ 及び $\beta_m' T$ がこの順に発生されてなり、

かつ、3以上の m においては、同一分割数 m において、 $T_{d1}' = T_{d1}$ 、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha'_1$ 、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$) 、 $\alpha_m' = \alpha_c + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$) 、 $\Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m' = 0.5 \sim 1.5$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ 、 $\Delta_m' = 0 \sim 1$ の関係を満たし、かつ、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、

Δ_m' は、mによらず一定とする。

$m=2$ の場合には、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれ $m=3$ の場合の α_1 、 α_1' 、 $\beta_2 (= \beta_c)$ 、 $\beta_2' (= \beta_c + \Delta_{m-1})$ 、 $\alpha_3 (= \alpha_c)$ 、 $\alpha_3' (= \alpha_c + \Delta_m)$ 、 β_3 、 $\beta_3' (= \beta_3 + \Delta_m')$ と等しくする、光記録方法である。

ここで、記録パルス分割方法 (III-B)においては、3以上のmにおいて、さらには2以上のmにおいて、 $\alpha_1 = \alpha_1' = \alpha_c$ とすることがより好ましい。また、特に CD-RW の約 20 倍速～32 倍速 (RW-DVD の 6 倍速～12 倍速)においては、 $\Delta_m' = 0$ 、すなわち 3 以上の mにおいて、 $\beta_m' = \beta_m$ とするのが好ましい。さらに、2 以上の mにおいて、 $\beta_m' = \beta_m$ とすることがより好ましい。

さらに、(記録パルス分割方法 III-A) 乃至は (III-B) において、 Δ_{m-1} 、 Δ_m' のいずれかをゼロにすることや、 $\Delta_{m-1} = \Delta_m$ として、パラメータ数をさらに減らすことも可能である。このようにパラメータ数を少なくしても良好な特性が得られるのが本発明の記録媒体である。そして本発明の記録媒体のうち、Gesb 系記録層を用いた光記録媒体において上記良好な特性が得られる傾向が特に顕著となる。つまり、Gesb 系記録層を用いた光記録媒体を用いることにより、良好な高速記録特性を簡便な記録パルス分割方法で実現できるという本発明の効果が最も發揮されるようになる。

(記録方式 CD 1-3) 又は (記録方式 DVD 1-3) は、本記録パルス分割方法 (III-B) において $\alpha_1 = \alpha_1' = \alpha_c$ とし、記録媒体の特性を特定の範囲に限定し、複数のドライブ間での記録互換性を確保するために、特に 11 個の独立パラメータの範囲を限定的に用いたものである。

上記の記録パルス分割方法 (III)、(III-A)、(III-B) は、独立パラメータ数が少なく、かつ、 $i = 1 \sim m$ までの $\alpha_i T$ の立下り、 $i = 1 \sim m-1$ までの $\alpha_i' T$ の立下りを周期 2T に同期させることができ、最も好ましいものである。(III-B)においては、図 5において、mが 3 以上のように、中間分割パルス群を有する場合は、4種のゲート G1～G4 を組み合わせ、 $m=2$ の場合には、G1、G3 と G4 を組み合わせ、 $n=3$ ($m=1$) の場合には、G3 と G4 を用いることで、 $n=3 \sim 11$ までのすべてのマーク長の記録が可能となる。これにより、ゲート G1、G2 が周期 2T に同期した回路だけで構成で

き付加的な遅延回路を必要としないので、パルス発生回路が非常に簡便に構成される。さらに、 α_1 、 α_m を発生するG₁、G₃は独立しているので、同じゲート回路の組み合わせで、 α_1 、 α_m を α_c と異なる値とすることができる。

このように、(記録パルス分割方法III)、(III-A)、(III-B)は、特開2002-331936号公報において具体的に開示された記録方法のいずれに比べても、基準クロック周期と同期の取りやすい簡便な回路によって実現できる。特に(記録パルス分割方法III-B)は、独立パラメータの数が12個と少ないながら、良好な記録特性を発揮できる利点がある。

独立パラメータ数が少ないことは、記録パルス発生回路が簡便化される。また、本発明で提案された書き換え型光記録媒体と特定の記録用ドライブとの組み合わせにおける最適記録パルス分割方法における上記独立パラメータの一部又は全部を予め該書き換え型光記録媒体に記載しておき、かかるパラメータ情報をドライブが読み出して、最適な記録パルスを発生して記録を行うことが好ましいが、ディスクに記載すべきパラメータを予め見出すための作業が軽減されるので好ましい。

具体的に、記載することが特に好ましい記録パルス分割情報のパラメータは、分割記録パルス発生方法(III-A)、及び(III-B)において、最適記録パワーPw_o、最適消去パワーPe_o、n=3における、T_{d1}’、 α_1 ’、 β_1 ’、3以上のmにおける、T_{d1}、 α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m ’、 β_m である。Pw_oとPe_oは、Pw_oとPe_oとの比(Pe_o/Pw_o)として与えても良い。

さらにディスクをドライブに挿入したときに、これらのパラメータの一部及び全部について、ディスクにあらかじめ記載した値を初期値として、その近傍で変化させながら試し書きを行い、該試し書きした信号を再生して、m₁₁、ジッタ、エラーレート等に基づいて、当該ディスクとドライブの組み合わせにおける最適のパラメータを決定することは、互換性を確保する上で有効である。

以上のようにして、高線速においても個々の非晶質マーク長を正確に、そのエンジのジッターを抑制して記録することが可能となる。しかし、このことは、必ずしも、マーク間(スペース)長が正確でジッタが抑制されることを意味しない。特に、高線速記録では、特にマークジッタとスペースジッタの乖離が著しく、スペースジッタが高記録パワーPw側で大きくなるという場合がある。

パルス分割方法(I)、(II)、(II-A)、(III)、(III-A)、及び(III-B)において、特に、 $n = 3$ は、 $n = 4$ 以上のパルス分割方法で用いられるパラメータとは異なる値を独立に決める必要がある。 $n = 3$ における記録パルス幅 α_1' 、 T は、 n が4以上の場合のいずれの $\alpha_1 T$ 及び $\alpha_1' T$ より大きな値をとることが好ましい。これは、後続の複数の記録パルス列による蓄熱効果もなく、単独の記録パルスで、3Tマーク長を形成しなければならないからである。つまり、 $n = 3$ における $\alpha_1' = \alpha_{n=3}$ が小さすぎると、3Tマーク長が得られにくいし、 $\alpha_{n=3}$ が大きすぎると、3Tマーク長は得られても、マークの記録ビーム操作方向に垂直な方向の幅が広くなりすぎて、オーバーライトした際に、マークの端が消えにくくなる傾向がある。このため、 n が4以上における α_1 及び α_1' が一定の $\alpha_1 = \alpha_1' = \alpha_{top}$ をとる場合、 $n = 3$ における $\alpha_1' = \alpha_{n=3}$ は、 $\alpha_{n=3} / \alpha_{top} = 1 \sim 2$ の範囲にあることが好ましく、さらには、1～1.5の範囲にあることが好ましい。

そこで、3Tスペース長ジッタをさらに改善するために、パルス分割方法(I)、(II)、(II-A)、(III)、(III-A)、及び(III-B)において、 $n = 3, 4, 5$ における T_{d1}, T_{d1}' だけを、他の n における一定の T_{d1}, T_{d1}' とは異なる値とすることが好ましい。

具体的には、 $n = 3, 5$ における T_{d1}' をそれぞれ、 T_{d1a}, T_{d1c} とし、 $n = 4$ における T_{d1} を T_{d1b} とし、6以上の n における T_{d1}, T_{d1}' を T_{d1d} とするとき、 $T_{d1a}, T_{d1b}, T_{d1c}$ のうちの少なくとも一つは、 T_{d1d} とは異なる値とすることが好ましい。

より好ましいのは、6以上の n に対する、 T_{d1}, T_{d1}' を一定値 T_{d1d} とし、 $n = 3, 5$ における T_{d1}' をそれぞれ T_{d1a}, T_{d1c} とし、 $n = 4$ における T_{d1} を T_{d1b} するとき、 $T_{d1a} < T_{d1b} \leq T_{d1c} \leq T_{d1d}$ とすることである。

特に、記録パルス分割方法(I.I)、(II-A)、(II.I)、(III-I-A)、及び(III-I-B)において、 $n = 3, 4, 5$ における T_{d1}', T_{d1} を n が6以上の場合の T_{d1} と異なるものにした場合が、最も簡便なパルス発生回路で、スペース長ジッタ、特に3Tペース長ジッタの記録パワーマージンを改善できるので効果的である。

記録パルス分割方法(I)を基本とし、独立パラメータ数を少なくして簡便化

を図る一方で、特定の $n_0 T$ マークの記録に当たって、先行及び後続する記録マークからの熱拡散による余熱の影響を考慮して、先行及び後続する記録マーク $n_1 T$ 、及び $n_2 T$ 、さらには、 $n_1 T$ マークと $n_0 T$ マーク間のスペース長 $n_{1s} T$ 及び $n_0 T$ マークと $n_2 T$ マーク間のスペース長 $n_{2s} T$ の組み合わせに応じて、 $n_0 T$ マーク形成のための記録パルス分割方法を微調整することが必要になる場合がある。

ここで、CDにおいては、 $n_0, n_1, n_2, n_{1s}, n_{2s}$ は 3 ~ 11 の整数のいずれかである。また、DVDにおいては、 $n_0, n_1, n_2, n_{1s}, n_{2s}$ は $n = 3 \sim 11$ 、及び 14 の整数のいずれかである。

この場合も、 $n_0 T$ マークを形成するための記録パルス分割方法を規定する上記パラメータのうち、特に、 $(T_{d1}, \alpha_1, \alpha_m, \beta_m)$ を $(n_1, n_{1s}, n_0, n_{2s}, n_2)$ の組み合わせに応じて、微調整することが望ましい。なお、 $n_0 T$ マークの記録において参照すべきは、 $(n_1, n_{1s}, n_0, n_{2s}, n_2)$ の一部であっても良い。

また、熱干渉はスペース長が短い場合に顕著になるから、 n_{1s}, n_{2s} が 3 である場合にのみ、 n_{1s}, n_{2s} が他の値をとった場合とは異なる、 $(T_{d1}, \alpha_1, \alpha_m, \beta_m)$ を用いるようなことも可能である。このうち、特に (T_{d1}, β_m) を調整するのが有効であり好ましい。

上記の記録方法において、CD-RW 規格との互換性をとりつつ良好なオーバーライトが行える。すなわち、EFM 変調信号をオーバーライトした後の信号特性が、上述の変調度 m_{11} が 60% 以上、アシンメトリーが 0 付近で CD と互換性があり、さらに再生信号の各マーク及びマーク間（スペース）のジッタが 35 ns 以下（1 倍速再生時）、かつマーク長及びマーク間がほぼ $n T \times V$ (T はデータの基準クロック周期、 n は 3 ~ 11 までの整数、 V は再生時の線速度) の長さを有するような記録品質を保つことができる。これは、実際上は、CD-RW ディスク再生可能な市販の CD-ROM ドライブで低エラーレートで再生できることを意味する。

また、上記の記録方法において、RW-DVD 規格との互換性をとりつつ良好なオーバーライトが行える。すなわち、EFM+ 変調信号をオーバーライトした後の信号特性が、上述の変調度 m_{14} が 55% 以上、アシンメトリーが 0 付近で D

V Dと互換性があり、さらに再生信号のジッタが15%以下（1倍速再生時）、さらには10%以下であるような記録品質を保つことができる。これは、実際上は、R W-D V Dディスク再生可能な市販のD V D-R O Mドライブで低エラーレートで再生できることを意味する。

5. 複数かつ広範囲の線速における記録方法について

次に、本発明の第4の要旨に係る記録方法について説明する。

本発明の媒体は、その記録方法を定めれば、少なくとも8乃至は10倍速を下限とし、24乃至は32倍速の高線速を上限とする任意の線速において、書き換え型光記録媒体として従来のC D-R W再生可能なシステムで良好な再生が可能となると同時に、媒体及びドライブとの互換性を取りやすくすることができる。

そして、上記の分割記録パルス発生方法（I I）もしくは（I I I）を用いれば、記録パルス群の切り替え周期は概ね2Tで一定とし、 α_i と β_i （及び α_i' 、 β_i' ）（ここで*i*=1~m-1）とのデューティー比を変化させることで、同一の媒体を異なる線速で使用した場合にも、最適の分割記録パルスストラテジーを容易に見出すことができる。

この際、いずれの線速においても、通常は、長さnTのマークを形成するために記録パワーPwとバイアスパワーPbとを交互に照射する図5に示すようなパルス分割方式を採用するが、その具体例方式を決定するパラメータの最適値は線速によって変わるのが一般的である。そこで、本発明の媒体には、記録線速に応じた最適記録パワーPw₀、最適消去パワーPe₀、最適バイアスパワーPb₀や α_i （iは1~mの少なくとも1つ）、 β_i （iは1~mの少なくとも1つ）、分割数m等のパルス分割情報のうちの少なくとも1つを媒体上あらかじめ記録しておくのが好ましい。

そして、記録パルス分割方法（I）を基本として、
記録パルス分割方法（I V）を適用する。

（記録パルス分割方法（I V））

書き換え型光記録媒体が円盤状のディスクであり、同一ディスク面内において、1倍速基準速度（1.2m/s～1.4m/s）でC L V記録されたコンパクトディスクと同一となるよう記録線密度を一定としながら複数の記録線速度で記録を行う光記録方法であって、最大線速度V_{m a x}は20、24倍速又は32倍速で

あり、該 V_{\max} における $\alpha_i = \alpha_{i\max}$ ($i = 1 \sim m$) を $0.5 \sim 2$ とし、かつ該 V_{\max} における $\alpha'_i = \alpha'_{i\max}$ ($i = 1 \sim m$) を $0.5 \sim 2$ とし、低線速度ほど α_i 及び α'_i ($i = 1 \sim m$) をそれぞれ単調に減少させるように上記記録パルス分割方法 (I) を用いる方法である。

記録パルス分割方法 (I) から派生した (II), (II-A) (III), (III-A), (III-B) の各々に対しても同様に、記録パルス分割方法が定義できる。下記「記録パルス分割方法 (V)」は、記録パルス分割方法 (IV) において記録パルス分割方法 (II) を用いる場合である。

なお、以下の説明において、1倍速基準線速度、最大線速度 V_{\max} 、最小線速度 V_{\min} について特に断らない場合は、CD-RWとRW-DVDで値を使い分かる。

すなわち、1倍速基準線速度 V_1 とは、CD-RWの場合、 $1.2 \text{ m/s} \sim 1.4 \text{ m/s}$ であり、RW-DVDの場合、 3.49 m/s である。

また、最大線速度 V_{\max} とは、CD-RWの場合、上記 CD-RW の基準線速度の $20 \sim 32$ 倍速の範囲におけるいずれかの線速度であり、特に、 $20, 24$ 、又は、 32 倍速をいう。RW-DVDの場合、上記 RW-DVD の基準線速度の $4 \sim 12$ 倍速の範囲におけるいずれかの線速度であり、特に $4, 5, 6, 8, 10, 12$ 倍速をいう。

同様に、最小線速度 V_{\min} とは、CD-RWの場合、約 22 倍速以下のいずれかの線速度であり、RW-DVDの場合、約 7 倍速以下のいずれかの線速度である。当然のことながら、 V_{\max} と V_{\min} が対で用いられる場合、 $V_{\max} > V_{\min}$ となる、線速度範囲から選ばれる。

従って、以下の説明においては、CD-RWを想定する場合には、1倍速基準線速度、 V_{\max} 、 V_{\min} として上記記載の CD-RW の値を用い、RW-DVDを想定する場合には、1倍速基準線速度、 V_{\max} 、 V_{\min} として上記記載の RW-DVD の値を用いる。

(記録パルス分割方法 (V))

書き換え型光記録媒体が円盤状のディスクであり、同一ディスク面内において、1倍速基準速度で CLV 記録されたコンパクトディスクと同一となるよう記録線密度を一定しながら複数の記録線速度で記録を行う光記録方法であって、最大

線速度 V_{max} における $\alpha_i = \alpha_{imax}$ ($i = 1 \sim m$) を $0.5 \sim 2$ とし、かつ該 V_{max} における $\alpha'_i = \alpha'_{imax}$ ($i = 1 \sim m$) を $0.5 \sim 2$ とし、低線速度ほど α_i 及び α'_i ($i = 1 \sim m$) をそれぞれ単調に減少させるように上記記録パルス分割方法 (II) を用いる方法である。

また、上記記録パルス分割方法 (V) において記録パルス分割方法 (II-A) を用いる場合を、記録パルス分割方法 (V-A) とする。

さらに、記録パルス分割方法 (IV) において、記録パルス分割方法 (III) を用いる場合を下記のように記録パルス分割方法 (VI) とする。

(記録パルス分割方法 (VI))

書き換え型光記録媒体が円盤状のディスクであり、同一ディスク面内において、1倍速基準速度で CLV 記録されたコンパクトディスクと同一となるよう記録線密度を一定としながら複数の記録線速度で記録を行う光記録方法であって、最大線速度 V_{max} における $\alpha_i = \alpha_{imax}$ ($i = 1 \sim m$) を $0.5 \sim 2$ とし、かつ該 V_{max} における $\alpha'_i = \alpha'_{imax}$ ($i = 1 \sim m$) を $0.5 \sim 2$ とし、低線速度ほど α_i 及び α'_i ($i = 1 \sim m$) をそれぞれ単調に減少させるように上記記録パルス分割方法 (III) を用いる方法である。

ここで、上記記録パルス分割方法 (VI) において記録パルス分割方法 (II-A) を用いる場合を、記録パルス分割方法 (VI-A) とする。さらに、上記記録パルス分割方法 (VI) において記録パルス分割方法 (III-B) を用いる記録パルス分割方法を、記録パルス分割方法 (VI-B) とする。

尚、上記記録パルス分割方法 (IV)、(V)、(VI) のそれぞれにおいて、「単調に減少させる」とは、オーバーライト記録を行う最小線速度 V_{min} における α_i を α_{imin} ($i = 1 \sim m$) とするとき、すべての n 及び i に対して、 $\alpha_{imn} < \alpha_{imax}$ となっていることをいう。ただし、 V_{min} と V_{max} 中間の線速度においては、 α_i が線速度によらず一定である場合があつても良いが、原則として、低い線速度では小さな値をとるものとする。

また、 α_i の大小の比較は、同一 n における $i = 1 \sim m$ の個々の α_i に関して行うものとする。

V_{max} においては、 α_{imax} 及び α'_{imax} は、約 1、より具体的には、 $0.8 \sim 1.5$ とする。特に、 $i = 2 \sim m - 1$ に対しては、 α_{imax} 及び α'_{imax}

は、0.8～1.2の範囲にあることが好ましい。つまり、 V_{max} においては、 $\Sigma_i (\alpha_{imax})$ 及び $\Sigma_i (\alpha'_{imax})$ は約 $n/2$ か $n/2$ よりも小さい値であることが望ましい。

そして、 α_{imin} は $\eta_0 (V_{min}/V_{max}) \alpha_{imax}$ 、 $\eta_0 = 0.8 \sim 1.5$ 、範囲で、 α_{imax} より小さな値をとることが望ましく、 V_{min} と V_{max} 中間の線速度においては、 α_i は、かかる α_{imin} と α_{imax} の間の値をとするものとする。より好ましくは、 η_0 を 1～1.3 の範囲とする。

α_i' 、 α_{imin}' 、 α_{imax}' ($i = 1 \sim m$) に関しても同様である。そこで、 $\Sigma_i (\alpha_i)$ 及び $\Sigma_i (\alpha_i')$ は、低線速度ほど単調に減少することになる。

なお、 $n = 3$ の場合にも、 α_1' は低線速ほど単調減少させる。一方、 T_{d1}' 、 β_1' は、低線速ほど単調に増加させる。

ここで、記録線密度を一定とするということは、記録線速度を V 、そのときのデータ基準クロック周期を T とするとき、 VT が一定であることを意味する。かつ、記録線密度を一定とするということは、1倍速基準線速度 V_1 における、データ基準クロック周期を T_1 とするとき、 $VT = V_1 T_1$ とすることを意味する。これにより、記録時の線速度の大小に関わらず、線速度一定で再生した場合には、CDと同じ再生系での再生が可能となる。なお、 VT は $V_1 T_1$ に対して、CDの再生回路上許容される程度のずれ、通常、±5%程度のずれは許されるものとする。

なお、CD-RWにおいては、1倍速は 1.2 m/s するのが、マークの物理長を小さくし、記録線密度を高める上で好ましい。この場合、650～700 MB の容量が達成できる。

各 m における $T_{d1} + \alpha_1$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i$ 、 $T_{d1}' + \alpha_1'$ 、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ ($i = 1 \sim m$ 、少なくとも $i = 3 \sim m - 2$) は、線速度によらず、ほぼ一定であることが、パルス発生回路を簡便化するために望ましく、特に、 m が 3 以上のマークにおいては、電子回路上不可避な揺らぎを別として一定であることが望ましい。

具体的には、 V_{min} から V_{max} までの線速度範囲においては、3 以上の m において、 $T_{d1} + \alpha_1$ 、 $T_{d1}' + \alpha_1'$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ 、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 3 \sim m - 1$)、がそれぞれ線速度によらず一定とすることが好ましい。

中でも、記録パルス分割方法 (III-B) に対応する記録パルス分割方法 (V-I-B) を用いると、すべての線速度で、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ とし、

かつ、 $i = 2 \sim m$ に対する $\beta_{i-1} + \alpha_i$ が2で一定、 $i = 2 \sim m-1$ に対する $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ が2で一定とすることが特に好ましい。このようにすることで、 $i = 2 \sim m-1$ における $\beta_{i-1} + \alpha_i$ ($\beta_{i-1}' + \alpha_i'$) を2T周期に同期できるようになる。これは、図5において、ゲートG1, G2が周期2Tに同期した回路だけで構成できるようになることを意味する。そして、線速度に応じてTを可変としても、G1とG2における α_i のデューティー比のみを変化させるだけですべての線速度に対応できる記録パルスストラテジーを得ることができるために、記録パルスストラテジーの記録パルス及びオフパルスのレーザー光（パルス光）発生を制御回路（電子回路）の設計が簡便化できるようになる。

一方、 β_m 、 β_m' は、通常は、0～2の範囲内で、低線速度ほど単調に増加させる。単調増加の意味は、上記 α_1 、 α_1' における単調減少の場合と同様であり、 V_{min} と V_{max} 中間の線速度においては、 β_m 、 β_m' は線速度によらず一定である場合があつても良いが、原則として、低い線速度では大きな値をとるものとする。

β_m と同様に、 β_m' を0～2の範囲としてもよいが、CD-RWの場合の約1.6倍速以下の低線速度におけるn=3の場合においては、 β_m 、 β_m' を0～3の範囲の値とすることが好ましい。

このため、使用するいずれの線速度においても $\beta_m = 0 \sim 2$ 及び $\beta_m' = 0 \sim 3$ とし、かつ、 β_m 及び β_m' を線速度が低いほど単調に増加させるようにすれば、すべての線速度において良好な記録を行うことができるようになる。ここで、 β_m' を線速度が低いほど単調に増加させることは、 Δ_m' を低線速度ほど単調に増加させることを意味する。

実際に、記録パルス分割方式(VI-B)においては、低線速ほど β_m を単調増加させ、かつ、 Δ_m' も単調増加させるのが好ましい。

さらに、(記録パルス分割方法VI-A)又は(VI-B)において、すべての線速度において、 Δ_{m-1} 、 Δ_m' のいずれかをゼロにすることや、 $\Delta_{m-1} = \Delta_m$ として、パラメータ数をさらに減らすことも可能である。このようにパラメータ数を少なくしても良好な特性が得られるのが本発明の記録媒体である。そして本発明の記録媒体のうち、GeSb系記録層を用いた光記録媒体において上記良好な特性が得られる傾向が特に顕著となる。つまり、GeSb系記録層を用いた

光記録媒体を用いることにより、良好な高速記録特性を簡便な記録パルス分割方法で実現できるという本発明の効果が最も發揮されるようになる。

また、 $n = 3$ における T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' のうち、 T_{d1}' 及び β_1' は低線速度ほど単調に増加させ、 α_1' は、低線速度ほど単調に減少させるのが、各線速度において、正確な3Tマーク長と低ジッタを得る上で好ましい。

これによって、図5に示すような簡単な論理ゲートの組合せで、各線速度において、データ基準クロック周期Tを変更することによって容易に記録パルスを発生できる。

ここで、さらに、 $V_{min} \sim V_{max}$ の線速度範囲においては、3以上のmにおいて、 $T_{d1} + \alpha_1$ 、 $T_{d1}' + \alpha_1'$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ 、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 3 \sim m - 1$) がそれぞれ線速度によらず一定であることが、簡便化のために望ましい。

さらに、mが2以上の場合に、これらの値が線速度によらず一定であることが一層好ましい。

他の周期に関しては、CD-RWにおいては少なくとも2倍速程度の線速範囲では、記録パルス分割方法の各パラメータの線速依存性が比較的小さいので、2以上のmにおける偶数長マークにおける $\beta_{m-1} + \alpha_m$ 、 $\beta_1 + \alpha_2$ 、2以上のmにおける奇数長マークにおける $\beta_{m-1}' + \alpha_m'$ 、 $\beta_1' + \alpha_2'$ の値の一部または全部が線速によらずほぼ一定とすることが好ましい。

ここで、CD-RWにおいて2倍速程度の線速範囲とは、 $V_{min} = 8$ 倍速、 $V_{max} = 24$ 倍速とした場合、8~10, 10~12, 12~14, 14~16, 16~18, 18~20, 20~22, 22~24倍速の範囲のように、概ね2倍速ごとに、これらのパラメータを変更すれば良いことを意味する。

一方、RW-DVDにおいては、少なくとも0.5倍速程度の線速範囲では、記録パルス分割方法の各パラメータの線速依存性が比較的小さいので、2以上のmにおける偶数長マークにおける $\beta_{m-1} + \alpha_m$ 、 $\beta_1 + \alpha_2$ 、2以上のmにおける奇数長マークにおける $\beta_{m-1}' + \alpha_m'$ 、 $\beta_1' + \alpha_2'$ の値の一部または全部が線速によらずほぼ一定とすることが好ましい。

ここで、RW-DVDにおいて0.5倍速程度の線速範囲とは、例えば、 $V_{min} = 2$ 倍速、 $V_{max} = 6$ 倍速とした場合、2~2.5, 2.5~3, 3~3.5,

3. 5～4, 4～4. 5, 4. 5～5, 5～5. 5, 5. 5～6倍速の範囲のように、概ね0. 5倍速ごとに、これらのパラメータを変更すれば良いことを意味する。

もちろん、 $V_{\min} \sim V_{\max}$ の範囲の全線速で、これらの値が一定であれば、一層好ましい。記録パルス分割方式（V I）, （V I-A）, （V I-B）においては、mが3以上の偶数長マークにおける $\beta_1 + \alpha_2$, $\beta_{m-1} + \alpha_m$ を $V_{\min} \sim V_{\max}$ の範囲の全線速で一定としても、比較的容易に良好な記録信号品質が得られるので、特に好適に適用される。その場合、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$, $\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ で一定とすることがより好ましい。

これらの「周期が一定である」とは、分割パルス発生回路の設定値の分解能の許容する範囲で一定であるということであり、クロック周期Tで規格化した場合、±0. 01 T未満のばらつきは許容できる。

記録パルス分割方式（I V）、（V）、（V I）の意義を再び図4によって、CD-RWを例にとって説明する。もし、本発明記録媒体に24又は32倍速で好適に用いられた α_1 、 β_1 を8～32倍速の全線速度範囲でそのまま用い、単にデータの基準クロック周期を可変として、低線速で記録を行っただけでは、図4の点線で示された曲線eのように、低線速での記録層の冷却速度は著しく低下し、非晶質化が阻害される。低線速においては、基準クロック周期Tが高線速と比較して相対的に大きくなるので、オフパルスが照射される絶対時間は長くなるが、同時に記録パルスが照射される絶対時間も長くなるので、結果として単位時間あたりの照射エネルギーも大きくなり冷却速度が低下する。従って、本発明における2Tベース記録ストラテジーにおいて、記録パルスのデューティー比を低下させて、低線速度になるにつれてよりオフパルス区間を長くすることで、低線速における冷却速度の低下を補償し、図4の曲線dに相当する特性を実現することができるようになる。

（記録方式CD2-3）、（記録方式DVD2-3）は、記録パルス分割方法（V I-B）において、特に各パラメータの範囲を限定し、（記録方式CD1-3）又は（記録方式DVD1-3）と組み合わせて、図4において曲線dを極めて限定的な範囲に一義的に定め、簡便にかつ特定の範囲の特性の記録媒体を規定することができる。

また、使用するいずれの線速度においても、 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$) 及び $\beta_{i'} T$ ($i = 1 \sim m - 1$) を 2 ナノ秒以上とすることが好ましい。具体的には、光記録媒体のいずれの半径位置においても $\alpha_i T$ 、 $\alpha_{i'} T$ ($i = 1 \sim m$) 及び $\beta_i T$ 、 $\beta_{i'} T$ ($i = 1 \sim m - 1$) を 2 ナノ秒以上とすれば、後述の C A V 記録又は P - C A V 記録においても、良好に記録を行うことができるようになる。

上記方法において、 P_b 、 P_w 及び P_e / P_w 比がオーバーライト時の線速度によらずできるだけ、一定とするのが好ましい。 $V_{min} \sim V_{max}$ の範囲内の線速度 V における最適記録パワーを P_{w_0} 、最適消去パワーを P_{e_0} とするとき、通常は P_{w_0} 及び P_{e_0} は、ジッターやエラーレートが特定の値以下となるように選ばれる。 P_{e_0} は通常 P_{e_0} / P_{w_0} 比が一定となるように選ばれるが、その比は 0.2 ~ 0.6、好ましくは 0.2 ~ 0.4、より好ましくは 0.3 ~ 0.4 とする。なお、 P_{w_0} が高いと繰り返しオーバーライトによる劣化が促進されるので、繰り返しオーバーライトが所定回数、通常は 1000 回以上となるように定めるのが好ましい。このような観点から決められた P_{w_0} は、線速度によって異なるものとなりうるが、上記線速度範囲における P_{w_0} の最大値に対する最小値の比は 0.8 以上であることが望ましい。

この場合、記録パワー等に関する情報とパルス分割情報を予めディスク上に凹凸ピット信号あるいは溝変形信号として記載しておくのが好ましい。その結果、最適なパルスストラテジーを記録用ドライブにおいて自動的に選択することができる。記載しておく情報としては、例えば、少なくとも、オーバーライト記録を行う最大、最小線速度 V_{min} 、 V_{max} の値そのものと、 V_{min} 、 V_{max} 、及びこの間のいくつかの線速度 V における、最適な P_e / P_w 比、最適記録パワー P_{w_0} 、最適消去パワー P_{e_0} 、最適バイアスパワー P_b_0 、そして、記録パルス分割方法 (I I - A)、(I I I - A)、(I I I - B) で説明した、独立パラメータの全部または一部の数値である。ただし、 P_b_0 は通常は一定とし、再生光パワー P_r と同じにするのが好ましい。

上記線速度 V としては、CD - RWにおいては、概ね 4 倍速程度より大きな間隔で選定すればよく、たとえば、8 ~ 24 倍速においては、8, 12, 16, 20, 24 倍速のように選ぶが、これより少なくても良い。

上記線速度 V としては、RW - DVDにおいては、概ね 1 倍速程度より大きな

間隔で選定すればよく、たとえば、2～6倍速においては、2，3，4，5，6倍速のように選ぶが、これより少なくとも良い。

特に、記録パルス分割方法(I I I-B)に対応する(V I-B)においては、4以上のnにおける α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' 、n=3における T_{d_1}' 、 α_1' 、 β_1' 、及びPw、Pe、Pbの計11個のパラメータを規定すれば、すべての3～11までのマーク長を形成するための記録パルス分割方法が定まる。これら11個の独立パラメータを、予め選ばれた線速度ごとに最適化しておき、ディスクに記載しておくことが好ましい。

後述のCAVやP-CAV記録において、予め選択されていない線速度での記録を行う場合にも、予め選択されている記録線速度での上記パラメータの一部又は全部の値を読み取って、この値を用いて上記予め選択されていない線速度での記録における最適な記録パルスストラテジーのパラメータ(例えば α_c 等)を算出することができるようになる。従って、上記11個の独立パラメータを、予め選ばれた線速度ごとに最適化しておき、ディスクに記載しておけば、 V_{min} 、 V_{max} 間の任意の線速度で、良好なオーバーライトが可能となる。

このように、本発明記録媒体を複数の線速度での1ビームオーバーライトが可能な本発明記録方法と組み合わせることにより、以下の2つの使用方法が可能となる。

(使用方法1)

まず、現状のCD装置では、ディスクを回転させるスピンドルモーターは最大10000 rpm程度が限界である。CDの基板として通常用いられる分子量12000～20000のポリカーボネート樹脂では、これ以上の回転数では遠心力により破壊される恐れがあるためである。CD-RWは通常、直径12cmの円盤形状をしており、半径少なくとも23mm～58mm、好ましくは22～58mmに記録領域(インフォメーションエリア)を有する。約8000 rpmでディスクを回転させると、記録領域の最内周における線速度は16倍速となり、最外周58mmにおける線速度はほぼ38倍速となる。10000 rpmとしても記録領域最内周における線速度は約22倍速、最外周における線速度はほぼ48倍速となるため、全面に渡って約22倍速以上において線速度一定のCLV方式での記録が不可能である。

DVD装置においては、CDと同様に基板の強度の関係から、約10000 rpmで回転させた場合に、内周で約7倍速、外周で約16倍速とするのがほぼ限界となる。ただし、本発明RW-DVDにおいては、記録速度の上限が約10～12倍速にあるので、約6000～7000 rpmが、オーバーライト記録時の回転速度の上限となる。

そこで使用方法1では、記録領域最外周部で最大24倍速以上の線速度で記録再生を行うCD-RW記録乃至は再生装置、又は記録領域最外周部で最大7倍速以上の線速度で記録再生を行うRW-DVD記録乃至は再生装置において、内周部から徐々に線速度を高める記録方式が採用される。これを、P-CAV (Partial CAV) ないしは、ZCLV (Zoned CLV) と称する。

ここで、CD-RWにおいては、P-CAVは、記録領域最内周を16乃至は22倍速として、24乃至は32倍速となる半径Rsまでは、CAV方式で記録を行い、Rsより外側の半径では、24倍速乃至は32倍速の一定線速度でCLV記録を行うものである。

一方、ZCLVは、半径Rsにいたるまでは、ゾーンごとに線速度を切り替えるながら、例えば16倍速、あるいは20倍速といった、比較的低線速度で、CLV記録を行い、外周にいくほどその線速度を上げていくものである。

一方、RW-DVDにおいては、P-CAVは、例えば、記録領域最内周を4乃至は7倍速として、8乃至は10倍速となる半径Rsまでは、CAV方式で記録を行い、Rsより外側の半径では、8倍速乃至は10倍速の一定線速度でCLV記録を行うものである。

一方、ZCLVは、半径Rsにいたるまでは、ゾーンごとに線速度を切り替えるながら、例えば4倍速、あるいは6倍速といった、比較的低線速度で、CLV記録を行い、外周にいくほどその線速度を上げていくものである。

(使用方法2)

従来CLVモードでのみ記録が行われてきたCD-RW又はRW-DVDを完全なCAVモードで記録可能とする使用方法であり、これにより、常に回転同期が必要であったCD-RW媒体の弱点であるアクセス、シークパフォーマンスの悪さを大幅に改善する使用方法である。特に、ランダムパケット記録で飛び飛びの半径位置のパケットにアクセスを行う場合に効率が良く、コンピュータの外部

記憶装置用媒体としての利便性が大きく増す。また、CLVでは回転速度変更のためにモーターの加速・減速のために多大な電力を消費するが、その必要も無くドライブの消費電力を大幅に改善できる利点もある。

本発明においては、少なくとも、記録パルス分割方法（IV）～（VI）のいずれかに従って、低線速度ほど、 α_i 、 α_i' （ $i = 1 \sim m$ ）を単調に減少させる一方で、 β_m 、 β_m' を単調に増加させる。通常は、記録パルス分割方法そのものは一定で、各分割方法における各パラメータ（ P_w 、 P_e 、 P_b 、 T_{d1} 、 α_i 、 β_i 等）を可変とする。

そして、CD-RWの場合には、上記記録パルス分割方法（IV）～（VI）のいずれを用いる場合であっても、円盤状の書換え型光記録媒体にEMF変調された情報を複数のマーク長により記録するに当たり、線速度 $1.2 \text{ m/s} \sim 1.4 \text{ m/s}$ を基準速度（1倍速）として、前記光記録媒体の記録領域最外周での線速度が20倍速以上となるように前記光記録媒体を回転させるようにすることが好ましい。

特に、内周部から徐々に線速度を高める記録方式である、P-CAV（Partial CAV）ないしは、ZCLV（Zoned CLV）を用いる場合においては、上記記録領域最内周での線速度を該基準線速度の16倍速以上とし、かつ外周ほど記録線速度が高くなるようになるように該ディスクを回転させるようになることが好ましい。

一方、RW-DVDの場合には、上記記録パルス分割方法（IV）～（VI）のいずれを用いる場合であっても、円盤状の書換え型光記録媒体にEMF+変調された情報を複数のマーク長により記録するに当たり、線速度 3.49 m/s を基準速度（1倍速）として、前記光記録媒体の記録領域最外周での線速度が5倍速以上となるように前記光記録媒体を回転させるようになることが好ましい。

特に、内周部から徐々に線速度を高める記録方式である、P-CAV（Partial CAV）ないしは、ZCLV（Zoned CLV）を用いる場合においては、上記記録領域最内周での線速度を該基準線速度の4倍速以上とし、かつ外周ほど記録線速度が高くなるようになるように該ディスクを回転させるようになることが好ましい。

CD-RW、RW-DVDにおいて上記条件の下、完全なCAVモード若しく

はP-C A Vモードを記録に用いる場合、又は、Z C L Vモードを記録に用いる場合に、前記記録領域を一定半径毎に仮想的な複数のゾーンに区切り、 $\beta_m = 0 \sim 3$ とし、かつ、 β_m を内周のゾーンほど単調に大きくし、 α_1, α_1' を内周のゾーンほど単調に小さくするようすればよい。

さらに、記録装置の簡略化の点から、光記録媒体のいずれの半径位置においても、 P_b, P_w 、及び P_e/P_w の値がほぼ一定とすることも好ましい。

Z C L V方式（使用方法1）においては、各C L Vゾーンごとに、基準クロック周期Tと記録パルス分割方法のパラメータを切り替える。一方、C A V方式（使用方法2）やP-C A V方式（使用方法1）のC A Vゾーンでは、線速度は半径位置に応じて連続的に変化するので、基準クロック周期も連続的に変化させる。一方、記録パルス分割方式のパラメータは、概ね、一定線速ごとに、従って、一定半径幅ごとに仮想的なゾーンを設定し、各ゾーン内では一定とし、ゾーンごとに切り替えるのが好ましい。該仮想的ゾーンの幅は、線速度が約0.5倍速から2倍速程度変化する範囲とするのが好ましい。なお、ゾーンの幅は原則一定とするのが好ましいが、高線速度ほど、すなわち外周ほど、ゾーンの幅を少しづつ狭くしていくことも好ましい。高線速度ほどジッター等の値が悪化しやすいので、こまめに最適なパラメータに切り替える必要があるためである。

従来、すでに、C D-R O M及びD V D-R O M再生システムではC A Vモードでの再生は行われていたが、記録時はせいぜい、C D-R O Mでは4-10倍速、R W-D V Dでは1-2.5倍速でのC A Vしかできなかつたために、再生時に回転数を上げて再生するといったことが行われていた。最高オーバーライト記録の線速度がこの程度では、C L Vのみで記録したほうが、短時間で記録できるために、C A Vモードで記録するメリットが少なかつた。しかし、本発明のように、最大オーバーライト記録の線速度をC Dで24倍速以上、D V Dで6倍速以上とすれば、完全にC A V記録することによる、アクセス時間の短縮や消費電力の低減といったメリットが發揮しやすくなる。

上述の通り、C D-R Wは通常、直径12cmの円盤形状をしており、半径少なくとも23mm~58mm、好ましくは22~58mmに記録領域（インフォメーションエリア）を有する。これを、記録領域最内周で10倍速相当となるように約5000rpmでディスクを回転させると、記録領域の最外周58mmに

おいては線速度はほぼ24倍速となる。即ち、通常CAV方式にて最内周を10倍速にすると最外周は概ね24倍速となる。同様に、記録領域最外周での線速度を32倍速とすると、記録領域最内周での線速度は約13倍速となる。

また、RW-DVDは通常、直径12cmの円盤形状をしており、半径少なくとも23mm～58mm、好ましくは22～58mmに記録領域（インフォメーションエリア）を有する。これを、記録領域最内周で2.5倍速相当となるように約5000rpmでディスクを回転させると、記録領域の最外周58mmにおいては線速度はほぼ6倍速となる。即ち、通常CAV方式にて最内周を2.5倍速にすると最外周は概ね6倍速となる。同様に、記録領域最外周での線速度を10倍速とすると、記録領域最内周での線速度は約4倍速となる。

このとき、データ基準クロック周期Tを各半径位置における線速度Vとの積VTが一定となるように半径距離と反比例して変化させればマーク長nTは回転角速度によらず一定となり、完全なCAVモードでの記録でありながら、再生専用のCD又は再生専用のDVDと互換性のある一定線密度の記録ができる。

ここで、記録領域にはユーザーデータの記録領域以外に、システムが使用する試し書き領域、リードイン、リードアウト領域等も含む。従って、22mm及び58mmという半径位置については±1mm程度の誤差を含んでいってもよい。また、この許容誤差に対応して以下で用いられる周波数値等にも若干のずれが生じるが、それも許容される。

本発明に係る記録方法を実現する記録装置の構成の概念図を、CD-RWを例として、図6に示す。

図6において光ディスクD1は、空間周波数一定の搬送周波数 f_{L0} （ f_{L0} は、CLV記録時の搬送周波数を示す。）を有しアドレス情報によって変調された信号に従って蛇行された螺旋状の溝を有する基板及び記録層を有し、該螺旋状の溝の所定の位置にある記録情報の単位である記録ブロックを識別するアドレス情報及び該ブロックの開始位置を識別する同期信号を有する。図6では、特に具体的に書き換え型コンパクトディスクを光ディスクとして想定しており、 $f_{L0} = 22.05\text{ kHz}$ でアドレス情報は f_{L0} を搬送周波数として±1kHzで周波数変調されたATIP情報を有する。また、ウォブルは線速度1.2m/s～1.4m/sの線速度で再生したときに、その搬送周波数 f_{L0} が22.05kHzとなるよう

に溝蛇行によって形成されている。

光ディスク記録再生装置1には、該ディスクの中心部分を軸として等角速度回転させる手段であるスピンドルモーターM1と、記録再生のための集束光ビームを発生する光ピックアップを所定のアドレスに移動させる半径方向の移動機構(LM1)としてのリニアモーターを有する。ピックアップPU1には、光ディスクの記録層面にレーザーダイオードを光源とする集束光ビームの焦点をあわせるフォーカスサーボ回路(FE1)と、該螺旋状の溝に沿って集束光ビームを走査させるための溝トラッキングサーボ回路(TE1)が組み込まれている。フォーカスサーボ回路には、非点収差法、フューユ法等の公知の手法が用いられる。トラッキングサーボ回路には、プッシュプル法や3ビーム法の公知の手法が用いられる(以上、「コンパクトディスク読本」第3版、オーム社、中島平太郎、小川博共著参照)

光ディスク記録再生装置1は、さらに溝蛇行から搬送周波数 f_{A0} 、アドレス情報及びブロック同期信号を検出・解読する回路(WAD1)と、該記録ブロックの開始位置及びデータの基準クロックT(周波数 f_{d0})に同期してエンコーダED1及びED2によってマーク長変調された記録データ列を発生する回路と、該記録データ列に対応して記録レーザーパワーを変調する回路(WP1)とを有する。

光ディスクD1はモーターM1によりCAV駆動されている。ディスクは、特に、半径22mm程度の記録領域最内周で、線速度が1.2m/s～1.4m/sの10倍速又は13倍速となるように、5000～7000rpmの間の回転速度 ω_0 でCAV回転されている。CAV回転は、スピンドルモータM1の回転をタコメータでモニアし、所定回転数との誤差をフィードバックすることで、回転ジッタ数%以内の精度で維持される。

同期信号及びアドレス情報のデコードは、アンプ/フィルター系AF1を通してプッシュプル信号P1を再生し、ウォブル信号を検出し、ATIP信号をデコードしてから含まれる同期信号及びアドレス情報をデコードすることによって行われる。アドレス情報、同期信号はアクセス/サーボ制御用CPU1にて参照され、CPU1において所定アドレス移動を制御する。アドレス移動は、トラッキングサーボTE1をオフとした状態でのリニアモータLM1駆動による粗動機構

による半径移動と、所定アドレス近傍でのトラッキングサーボオン、A T I Pアドレス参照しながらの微調整(P U 1の対物レンズの傾きの微調整)からなるが、いずれもC P U 1で制御される。

所定アドレスに到達したことが確認されれば、データの基準クロック発生器である回路C K 1のクロックとA T I Pの同期信号を同期させ、所定のA T I Pフレームに記録を行う。C D - R O Mデータであれば、R O MデータのエンコードをE D 1にて行った後、C DとしてのエンコードをE D 2にて行う。該データビット列はやはりデータの基準クロックに同期しており、該データ列はさらにW P 1において記録用パルス列に変換され、レザードライバーL D 1を駆動してオーバーライトを行う。

なお、再生は所定アドレス到達後、再生信号をアンプ系A F 1、R F信号2値化回路系R F 1を通して再生し、データの基準クロックとE F Mフレームの同期をとりながら、E D 2でC Dとしてのデータデコードを行い、さらにE D 1にてC D - R O Mとしてのデータデコードを行う。

本発明の記録方法において、半径距離に反比例したデータの基準クロック及び基準クロック周期Tを発生させる方法は種々考えられるが、好適な例として以下が考えられる。ここではC L Vモードの1倍速でのウォブル搬送周波数 f_{L0} が22.05 kHz、C A Vモードでの記録領域の最内周及び最外周での線速度がそれぞれ10倍速及び24倍速、データの基準クロックが搬送周波数の196倍であるケースを例として説明する。ここで、搬送周波数 f_{L0} は22.05 kHzから±0.1程度の誤差を許容できる。

媒体は、1倍速に換算して周波数 $f_{L0} = 22.05 \text{ kHz}$ の搬送周波数を有するウォブルが付与された螺旋状の溝を有する。この媒体は通常のC L Vモードの高倍速記録用C D - R W媒体としても使用可能である。

ウォブル溝(蛇行溝)のウォブルが搬送周波数 $f_{L0} = 22.05 \text{ kHz}$ に相当する周波数で一定の場合、C A V回転時には、半径位置に応じて、即ち半径位置に対応した線速度に応じて再生されるウォブルの搬送周波数 f_{A0} が見かけ上変化する。そしてC A V回転時にその半径位置で再生されるウォブルの搬送周波数 f_{A0} を196倍することで、半径に比例した基準データクロック周波数を得ることができる。尚、 f_{A0} は、C A V記録時の搬送周波数を示す。

この半径に比例したデータ基準クロック周波数に同期して記録を行えば、CAVモードでありながら、一定線密度でマーク長変調記録を行うことができる。

すなわち、ウォブル信号がCLV回転の1倍速モードで基板上に記載されていれば、媒体をCAV回転させたときは、半径位置によらず同じ倍率を用いてデータの基準クロック周波数を発生させれば、空間周波数を一定とする、即ち、線密度を一定とすることができます。

例えば、記録領域最内周での線速度が10倍速、記録領域最外周での線速度が24倍速とすれば、CAVモードで再生されるウォブルの搬送周波数 f_{A_0} はそれぞれ、記録領域最内周で $22.05 \times 10 = 220.5\text{ kHz}$ 、記録領域最外周で $22.05 \times 24 = 529.2\text{ kHz}$ となる。これを196倍した周波数、 43.2 MHz （記録領域最内周）及び 103.72 MHz （記録領域最外周）がデータの基準クロック周波数となる。この場合、データの基準クロック周期Tは記録領域最内周で約 23.1 nsec 、記録領域最外周で約 9.1 nsec となる。中間の半径位置においては、この間で半径に反比例したデータの基準クロック周期を発生させればよい。

一方、ウォブル信号は通常、ATIP信号によって $\pm 1\text{ kHz}$ で周波数変調されるため実際の周波数は $22.05\text{ kHz} \pm 1\text{ kHz}$ であり、ウォブル信号の一周期は、約 $\pm 4.5\%$ の変動を伴う。このようにゆらいでいる信号をそのまま所定倍してデータの基準クロック周期を得た場合、やはり $\pm 4.5\%$ のマーク長のゆらぎ（deviation）が発生する。通常、マーク長記録においてこのゆらぎは位相シフトと呼ばれ、このシフト量が5%近くあると正しい復調ができない恐れがある。従って、このような場合、周波数変調されたウォブル信号から搬送周波数 f_{A_0} のみを抽出してから所定倍する必要がある。

最近は、高密度化のために、基準線速度を 1.2 m/s より若干小さくして、 1 m/s 程度まで下げて、ウォブルの空間周波数を小さくし、マーク長を短めにして利用される場合があるが、このような場合においても、本発明記録媒体及び、記録方式の適用は妨げられない。

DVDの場合には、1倍速再生でのウォブルの搬送周波数 f_{L_0} が、いわゆるDVD-RW規格では 144 kHz （クロック周波数の $1/157$ ）、DVD+RW規格では約 700 kHz （クロック周波数の $1/32$ ）である点などが異なる

が、基本的には、全く同様の原理で装置が構成される。

6. 本発明記録方法に関するその他の事項

(従来の低線速記録媒体への本発明記録方法の適用について)

本発明のごとく、24倍速以上のCD-RWや6倍速以上のRW-DVDに対して、本発明記録方法を適用可能な記録装置において、既存の4又は10倍速CD-RWや、2又は2.4(2.5)又は4倍速RW-DVDにオーバーライト記録を行う場合、従来の1Tベースのストラテジーをそのまま適用しても良いが、本発明、2Tベースの記録パルス分割方法を適用することも可能である。すなわち、本発明記録方法(I)、(II)、(III)を適用して種々の線速でCLV記録が可能であり、(IV)、(V)、(VI)を適用して10倍速CD-RWにおける4-10倍速でのCAV記録、4倍速RW-DVDにおける1.6-4倍速でのCAV記録も可能となる。

このようにすることで、従来公知のCD-RW、RW-DVDと、本発明CD-RW、RW-DVDを記録するに際し、同一の記録パルス発生回路を適用でき、パルス発生回路の簡便化が可能となる。一方で、従来の1Tベースの記録パルス分割方法では、本発明のごとき、超高速媒体への記録はほとんど不可能である。

(他のフォーマットの書き換え型媒体に対して)

本発明記録方法は、CD-RWやRW-DVDという特定フォーマットの媒体への適用に限定されるものではない。例えば、青色LDを用いた高密度書き換え型相変化媒体への適用も可能である。また、マーク長変調方式も、EFMやEFM+に限定されるわけではなく、たとえば、 $n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ と取るいわゆる(1, 7)ランレンクスリミテッド(RLL)ノンリターンツーゼロ・インバーテッド(NRZI)変調方式にも適用可能である。

実施例

[CD-RW基本例]

トラックピッチ1.6μmで1倍速(1.2m/s)換算で基準周波数22.05kHzで蛇行する螺旋状の溝を設けた厚さ1.2mmのポリカーボネート樹脂基板を射出成形によって形成した。

溝幅は0.54μm、深さは34nmとした。これらはいずれも波長633nmのHe-Neレーザー光を用いたU溝近似の光学回折法で求めた。溝蛇行(ウ

オブル)にはさらに、A T I Pによるアドレス情報が±1 kHzの周波数変調により付与した。

つづいて、基板上に、下部保護層、記録層、上部保護層、反射層、紫外線硬化樹脂層をこの順に形成した。各層の成膜は上記基板上に、真空を解除することなく、順にスパッタリング法によって積層した。ただし、紫外線硬化樹脂層(厚さ約4 μm)はスピンドル方によって塗布した。

成膜直後の記録層は非晶質であり、長軸約150 μm、短軸約1.0 μmに集光した波長810～830 nmの長楕円形状のレーザー光により線速と初期化パワーを適当な範囲で選んで、レーザー光を照射して全面結晶化させ初期(未記録)状態とした。

各層の膜厚は成膜レートを正確に測定した後、スパッタ成膜時間によって制御した。記録層組成は、蛍光X線法による各元素の蛍光強度を、別途化学分析(原子吸光分析)によって求めた絶対組成によって校正した値を用いた。

記録層、保護層膜の密度は基板上に数百nm程度に厚く成膜したときの重量変化から求めた。膜厚は蛍光X線強度を触針計で測定した膜厚で校正して用いた。

反射層の面積抵抗率は4探針法抵抗計(Loresta MP、(商品名)三菱油化(現ダイアインstruments)社製)で測定した。

抵抗測定は、絶縁物であるガラスもしくはポリカーボネート樹脂基板上に成膜した反射層で測定するか、あるいは上記4層(下部保護層/記録層/上部保護層/反射層)成膜後、最上層となる反射層で測定した。上部保護層が誘電体薄膜で絶縁物であるため、面積抵抗率測定に影響はない。また、抵抗測定は、直径120 mmのディスク基板形状のまま、半径30～40 mmの位置にプローブを接触させて測定した。このようにすることにより、実質的に無限大の面積とみなせる位置で抵抗測定を行っていることになる。

得られた抵抗値Rを元に以下の式から面積抵抗率ρ_s及び体積抵抗率ρ_vを計算した。

$$\rho_s = F \cdot R \quad (3)$$

$$\rho_v = \rho_s \cdot t \quad (4)$$

ここで、tは膜厚である。Fは測定する薄膜領域の形状で決まる補正係数で通常4.3～4.5の値をとる。ここでは4.4とした。

記録再生評価は、パルステック社製 DDU 1000 テスタ(波長約 780 nm、NA = 0.5、スポット形状は $1/e^2$ 強度で約 1.32 μm の円形、以下このテスタをテスタ 1 という。)、又は、パルステック社製 DDU 1000 テスタ(波長約 780 nm、NA = 0.5、スポット形状は $1/e^2$ 強度で約 1.42 × 1.33 μm の橢円形、以下このテスタをテスタ 2 という。)を用いた。CD の標準線速度 1.2 m/s を 1 倍速とし、8~32 倍速までのオーバーライト特性を評価した。

各線速度におけるデータの基準クロック周期は、1 倍速におけるデータの基準クロック周期 231 nsec に対して各線速度で反比例させたものとした。

再生は特に断わらない限り 1 倍速で行った。DDU 1000 からの出力信号を 5~20 kHz にカットオフのある高周波通過フィルタを通した後、タイムインターバルアナライザ（横河電機社製）でジッタを測定した。

変調度 m_{11} ($= I_{11} / I_{top}$) はオシロスコープ上でアイパターン観察により読み取った。また、 R_{top} は別途、CD 基準ディスク CD 5B (Philips 社より販売) で校正して求めた。

記録パルス分割方法を制御するための論理レベルの生成は、任意信号発生器 (AWG 620 又は AWG 710、ソニーテクトロニクス社製) を用いた。上記信号発生器から、概ね図 5 の G1, G2, G3 を合成したものに相当する論理信号と G4 に相当する論理信号との 2 チャンネルのゲート信号を取り出し、ECL レベルの論理信号として上記テスターのレーザードライバーに対するゲート信号として入力した。

EFM ランダムデータを 10 回オーバーライト記録した後、該記録データのマーク長、スペース長、マーク長及びスペース長ジッタ、 m_{11} 、 R_{top} 及びアシンメトリー値を測定した。EFM ランダムデータは、3T から 11T までのマーク長とスペース長がランダムに現れる。各 n にかかるマーク長出現頻度は $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11$ に関して、それぞれ、約 34.0, 22.2, 16.4, 10.5, 4.9, 4.7, 4.4, 1.0, 1.9 % である。同じ n にかかるマーク長とスペース長の出現頻度はほぼ等しい。実際のデータ用 CD-ROM ディスクに現れるデータパターンの平均的な値である。实际上、11T マークとスペースは、ほとんど同期用のパターンとして使用されるだけである。

で、出現頻度は小さい。

また、特に断らない限りバイアスパワー P_b は再生光パワー P_r と同じで、0.8 mW で一定とした。

3 T / 11 T オーバーライト消去比の測定では、3 T マークおよび 3 T スペース（マーク間）からなる繰り返しパターン（3 T パターン）を 10 回記録後、11 T マークおよび 11 T スペース（マーク間）からなる繰り返しパターン（11 T パターン）をオーバーライトして 3 T マークのキャリアレベルの低下量（dB 単位）を測定し、消去比（erasability）とした。キャリアレベルの測定は、Advantest 製のスペクトラムアナライザー（TR4171）もしくは、HP 製 8567A を用い、テスターの再生信号出力を入力として用いた。オーバーライトは各線速で行ったが、再生はすべて CD 線速（1.2 m/s）で行った。スペクトラムアナライザーの Resolution band width は 30 kHz、Video band width は 30 Hz とし入力インピーダンスは 50 Ω とした。

さらに、オーバーライト特性の評価は特に断りのない限り、10 回オーバーライト（未記録状態に初回記録後、同一トランクに 9 回のオーバーライト）を行った後に評価した。なお、加速試験後の記録信号の評価は、加速試験前に 10 回オーバーライト記録した信号を、加速試験後に再生のみ行って評価した。

（実施例 1）

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を 85 nm、 $Ge_4Sb_{82}Te_{14}$ ($Ge_{0.04}Sb_{0.88}Te_{0.12}$)_{0.96} からなる記録層を 17.5 nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を 35 nm、 $Al_{99.5}Ta_{0.5}$ からなる反射層を 200 nm、紫外線硬化樹脂層を約 4 μm をこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。なお、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ の意味は、ZnS を 80 mol %、SiO₂ を 20 mol % で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることをめす。また、 $Ge_4Sb_{82}Te_{14}$ 、 $Al_{99.5}Ta_{0.5}$ における組成比は原子数比である。以下の実施例においても同様である。この $Al_{99.5}Ta_{0.5}$ 反射層の体積抵抗率 ρ_v は 80 nΩ · m、面積抵抗率 ρ_s は約 0.4 Ω/□ であった。初

期化は、長軸約 $1.50\text{ }\mu\text{m}$ 、短軸約 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ の橢円形スポット形状を有する波長約 810 nm のレーザーダイオード光を短軸方向に線速約 2 m/s で走査して行なった。照射パワーは 950 mW である。

このディスクに、 $\text{NA} = 0.50$ のテスターを用いて、24及び10倍速でE FM変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は一定とし P_w を 1.9 mW 程度から 2.9 mW 程度まで 1 mW 刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも10回オーバーライト後の値で評価した。

24倍速記録においては、記録方式CD1-1を適用した。まず、 T_{d1}, T_d ₁がnによらず一定の場合を検討し、以下では、これを（記録方式CD1-1a）とする。（記録方式CD1-1a）は記録パルス分割方法（II-A）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式CD1-1a）

mが3以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{1-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1} + \alpha_m = 2,$$

とした。

一方、mが3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_1 T$ における α'_1 及び β'_1 を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.35, \text{ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.4, \text{ただし, } \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 0.9, \alpha_1 = \alpha_1' = 1.1, \beta_1 = 1, \Delta_1 = 0.35, \alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 1$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定) 、 β_m

$\Delta_{-1} = 1$ 、 $\Delta_{m-1} = 0$ 、 $\Delta_m = 0.4$ 、 $\Delta_{mm} = 0.4$ 、 $\alpha_m = 1$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0$ 。
4で、3以上のmに対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 0.9$ 、 $\alpha_1 = 1.1$ 、
 $\beta_1 = 1$ 、 $\alpha_2 = 1$ 、 $\beta_m = 0.4$ とし、

5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.9$ 、 $\alpha_1' = 1.1$ 、 $\beta_1' = 1.35$ 、
 $\alpha_2' = 1.4$ 、 $\beta_m' = 0.4$ とした。

$m = 1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.9$ 、 $\alpha_1' = 1.6$ 、
 $\beta_1' = 0.7$ とした。

一方、10倍速記録の場合には、記録方式CD2-1の具体例として、以下の
(記録方式CD2-1a)を使用した。(記録方式CD2-1a)は、記録パルス分割方式(V)における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

(記録方式CD2-1a)

m が3以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 α_1T 及びオフパルス区間 β_1T における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_1 + \alpha_2 = 1.8,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1} + \alpha_m = 2,$$

とした。

一方、 m が3以上の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1'T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1'T$ における α_i' 及び β_i' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.2 \text{、ただし、} \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.55 \text{、ただし、} \beta_m' = \beta_m + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 0.5$ 、 $\beta_1 = 1.3$ 、 $\Delta_1 =$

0. 4、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.5$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.5$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.35$ 、 $\Delta_m = 0.2$ 、 $\Delta_{mm} = 0.55$ 、 $\alpha_m = 0.5$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 1.3$ で、3 以上の m に対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4 T マークに対しては、 $T_{d1} = 1.5$ 、 $\alpha_1 = 0.5$ 、 $\beta_1 = 1.3$ 、 $\alpha_2 = 0.5$ 、 $\beta_2 = 1.3$ とし、5 T マークに対しては、 $T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1' = 0.5$ 、 $\beta_1' = 1.7$ 、 $\alpha_2' = 0.8$ 、 $\beta_2' = 1.6$ とした。

3 T マークに対しては、 $T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1' = 0.8$ 、 $\beta_1' = 2$ としている。

次に、 T_{d1} 、 T_{d1}' をすべての n において一定とせず、3 T 及び 4 T マークで異なる値をとる記録パルス分割方法 (II-A) の場合について 24 倍速に記録において検討を行った。以下の記録方式を記録方式 CD-IIIA と称する。

(記録方式 CD-IIIA)

m が 3 以上の偶数長マークが $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、

$$\beta_1 + \alpha_2 = 1.95,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.95,$$

とした。

一方、 m が 3 以上の奇数長マーク $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i' T$ における α_i' 及び β_i' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.25, \text{ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.35, \text{ただし, } \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1 = 0.95$ 、 $\Delta_1 = 0.3$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 1$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して α_c は一定)、 β_{m-1}

$= 1$ 、 $\Delta_{m-1} = 0$ 、 $\Delta_m = 0.4$ 、 $\Delta_{mm} = 0.4$ 、 $\alpha_m = 0.95$ 、 $\beta_m = \beta_m'$ 、 $= 0.3$ で、3以上のmに対しては一定である。

$m = 2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 0.95$ 、 $\alpha_1 = 1$ 、 $\beta_1 = 0.95$ 、 $\alpha_2 = 0.95$ 、 $\beta_2 = 0.3$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1' = 1.25$ 、 $\alpha_2' = 1.35$ 、 $\beta_2' = 0.3$ とした。

さらに、3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.75$ 、 $\alpha_1' = 1.9$ 、 $\beta_1' = 0.3$ としている。

なお、各記録方式での T_{d1} 、 α_1 、 β_1 等を表-1にまとめて示す。いずれの記録方式も記録パルス方法(I I-A)又は(V)に準じているので、mが3以上の場合に関しては、記録パルス分割方法(I I)における、10個のパラメータ(T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m)及び、n=3、4、5における T_{d1} 、 α_1 、 β_1 を記載した。ただし、n=3の場合の(T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1')は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 の項に記載した。n=4の場合の(T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2)及び、n=5の場合の(T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' 、 α_2 、 β_2)は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m の欄に記載した。ここで、記録方式CD1-1a、CD2-1a、CD-I I aにおいては、n=4、5の場合の β_1 、 β_1' は、それぞれmが3の場合の β_1 、 β_1' (= $\beta_1 + \Delta_1$)と等しい。

表-1

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	Δ_1	α_C	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m
CD1-1a	$m \geq 3$	0.9	1.1	1	0.35	1	1	0	1	0.4	0.4
	$n=5$	0.9	1.1	1.35					1.4		0.4
	$n=4$	0.9	1.1	1				1			0.4
	$n=3$	0.9	1.6	0.7							
CD2-1a	$m \geq 3$	1.5	0.5	1.3	0.4	0.5	1.5	0.35	0.5	0.2	1.3
	$n=5$	1.5	0.5	1.7					0.8		1.6
	$n=4$	1.5	0.5	1.3					0.5		1.3
	$n=3$	1.5	0.8	2							
CD-IIa	$m \geq 3$	1	1	0.95	0.3	1	1	0	0.95	0.4	0.3
	$n=5$	1	1	1.25					1.35		0.3
	$n=4$	0.95	1	0.95					0.95		0.3
	$n=3$	0.75	1.9	0.3							

24倍速における（記録方式CD1-1a）及び（記録方式CD-IIa）の場合の、オーバーライト特性の評価結果を図7及び8に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は（記録方式CD1-1a）では0.39、（記録方式CD-IIa）では0.33とした。 P_w を20mWから27mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定0.8mWとしている。

各図において（a）～（f）はそれぞれ、（a）3Tマーク長ジッタ、（b）3Tスペース長ジッタ、（c）変調度 m_{11} 、（d） R_{top} 、（e）3Tマーク長、（f）3Tスペース長、の P_w 依存性を表す。

ジッタが最小となる最適記録パワーは（記録方式CD1-1a）では23-25mW、（記録方式CD-IIa）では23-27mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価した。

図7、8の（a）、（b）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35(nsec)を示し、最適 P_w 付近においては、35nsec以下の良好なジッター値が得られている。また、他のマーク長及びスペース長のジッタも35nsec以下となった。

図7、8の（c）、（d）から、いずれの記録方式においても、変調度 m_{11} は60%～80%（0.6～0.8）、 R_{top} は15～25%（0.15～0.25）の値が得られていることがわかる。

図7、8の（e）、（f）の図中の実線の横線は1倍速再生時の3Tマーク長=3Tスペース長=231×3(nsec)を示す。また、点線の横線は231nsec×3-40nsec、231nsec×3+40nsecを示す。マーク長、スペース長については通常±10%程度のずれは許容されるから、±30～40nsec以内であればよいが、図から、マーク長及びスペース長のずれはほとんどなく許容範囲内であることが分かる。同様に、最適 P_w 付近においては、4T～11Tのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期Tの±10%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。

特に、24倍速記録においては、 T_{d1} を一定としない（記録方式CD-IIa）のオーバーライト特性の結果の図8（a）、（b）と、 T_{d1} を固定とした（記録方式CD1-1a）のオーバーライト特性の結果の図7（a）、（b）とを比べると、図8においては3Tスペース長 jitter の最低値が24.1nsec

と図7の26.9 nsecに比べ低く、また jitter が35nsec以下となるPw範囲が広く、パワーのマージンがあるといえる。

10倍速における（記録方式CD2-1a）について図9に示す。消去パワーPeと記録パワーPwの比Pe/Pwは0.39で一定としPwを19mW程度から29mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワーPbは0.8Wで一定である。

図9（a）～（f）は、それぞれ（a）3Tマーク長ジッタ、（b）3Tスペース長ジッタ、（c）変調度m₁₁、（d）R_{top}、（e）3Tマーク長、（f）3Tスペース長、のPw依存性を表す。最適記録パワーは24倍速記録では23～27mW付近であるが、10倍速記録では22～27mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価した。

図9の（a）、（b）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35(nsec)を示す。いずれの線速においても35nsec以下の良好なジッタ値が得られている。他のマーク長、スペース長においても、ジッタ値は35nsec以下となつた。

また、図9の（c）、（d）から、いずれの線速においても、変調度m₁₁は60%～80%（0.6～0.8）、R_{top}は15～25%の値が得られていることがわかる。

図9（e）、（f）の図中の実線の横線は1倍速再生時の3Tマーク長=3Tスペース長=231×3(nsec)を示す。また、点線の横線は231nsec×3-40nsec、231nsec×3+40nsecを示す。マーク長、スペース長については、通常基準クロック周期Tの±20%程度のずれは許容されるから、±30～40nsec以内であればよいが、図から、マーク長及びスペース長のずれはほとんどなく許容範囲内であることが分かる。同様に、最適Pw付近においては、4T～11Tのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期Tの±10%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。

以上まとめると、10、24倍速においては良好な記録特性が得られており、本発明記録媒体及び記録パルス分割方法（II-A）又は（V）を適用すれば、この間の線速においても良好な特性がえられ、再生信号は、既存のCDドライブ

で再生可能な品質となる。

次に、24倍速の（記録方式CD1-1a）、（記録方式CD-IIa）、そして、10倍速における（記録方式CD2-1a）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を記す。それぞれ、 $P_e / P_w = 9.4 \text{ mW} / 24 \text{ mW}, 8.6 \text{ mW} / 26 \text{ mW}, 9 \text{ mW} / 23 \text{ mW}$ で繰返しオーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図10、11、12に表す。各図において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。図10、11、12において、繰り返しオーバーライト回数を対数グラフで表示する都合上、初回記録を1回目オーバーライトとし、その上に9回オーバーライトした時を10回めオーバーライトというように表している。以下の実施例においても同様に、対数軸上に繰り返しオーバーライト回数を表している。

いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされている。

さらに、各線速における消去比を測定した。10倍速においては、（記録方式CD2-1a）の3T、11Tのパルスを用い、24倍速においては（記録方式IIa）の3T、11Tのパルスを用いて、3T/11Tオーバーライト消去比を測定した。10倍速、24倍速で3T/11Tオーバーライト消去比は、それぞれ29、26dBとなり、それぞれの線速において、十分な消去比が得られた。

また、（記録方式CD1-1a）、（記録方式CD-IIa）を用い、24倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは、5nsec程度上昇していたが1倍速再生で35nsec以下であり、反射率R_{t0p}、変調度m₁₁もほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持していた。

（実施例2）

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる下部保護層を80nm、In₁₂Ge₈Sb₈₀(In_{0.12}(Ge_{0.09}Sb_{0.91})_{0.88})からなる記録層を18nm、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる上部保護層を30nm、Al_{9.5}Ta_{0.5}からなる反射層を200nm、紫外線硬化樹脂層を約4μmをこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。このAl_{9.5}Ta_{0.5}

反射層の体積抵抗率 ρ_v は 8.0 nΩ・m、面積抵抗率 ρ_s は約 0.4 Ω/□であった。初期化は、長径約 7.5 μm、短径約 1.0 μm の橢円形スポット形状を有する波長約 810 nm のレーザーダイオード光を線速約 1.2 m/s で走査して行なった。照射パワーは 900 mW である。

このディスクに、NA = 0.50 のテスタ 1 を用いて、24 及び 10 倍速で FM 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e / P_w は一定とし P_w を 21 mW 程度から 30 mW 程度まで 1 mW 刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。 P_b は 0.8 mW で一定とした。いずれも 10 回オーバーライト後の値で評価した。

記録パルス分割方法は以下のとおりである。

24 倍速記録においては、記録方式 CD 1-1 を適用した。まず、 T_{d1} 、 T_{d1}' が n によらず一定の場合を検討し、以下では、これを（記録方式 CD 1-1 b）とする。（記録方式 CD 1-1 b）は、記録パルス分割方法（II-A）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式 CD 1-1 b）

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.95,$$

とした。

一方、 m が 3 以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1' T$ における α_1' 及び β_1' を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.35, \text{ ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.4, \text{ ただし, } \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 0.9$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1.1$ 、 $\beta_1 = 1$ 、 $\Delta_1 = 0.35$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 1$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定) 、 $\beta_{m-1} = 0.9$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.1$ 、 $\Delta_m = 0.35$ 、 $\Delta_{mm} = 0.45$ 、 $\alpha_m = 1.05$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0.4$ で、3 以上の m に対しては一定である。

また、 $m=2$ の場合、4 T マークに対しては、 $T_{d1} = 0.9$ 、 $\alpha_1 = 1.1$ 、 $\beta_1 = 0.9$ 、 $\alpha_2 = 1.05$ 、 $\beta_m = 0.4$ とした。尚、4 T マークにおける $\beta_1 = 0.9$ は、 $m=3$ (6 T マーク) における β_{m-1} (β_2) と等しくなっている。

一方、5 T マークに対しては、 $T_{d1}' = 0.9$ 、 $\alpha_1' = 1.1$ 、 $\beta_1' = 1.35$ 、 $\alpha_2' = 1.4$ 、 $\beta_m' = 0.4$ とした。

$m=1$ 、すなわち 3 T マークに対しては、 $T_{d1}' = 0.9$ 、 $\alpha_1' = 1.8$ 、 $\beta_1' = 0.6$ とした。

一方、10 倍速記録の場合には、記録方式 CD 2-1 として、以下の (記録方式 CD 2-1 b) を使用した。(記録方式 CD 2-1 b) は記録パルス分割方法 (V) における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。(記録方式 CD 2-1 b)

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_1 + \alpha_2 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.95,$$

とした。

一方、 m が 3 以上の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1' T$ における α_1' 及び β_1' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.4, \text{ ただし、 } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.55$ 、ただし、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 0.5$ 、 $\beta_1 = 1.5$ 、 $\Delta_1 = 0.4$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.5$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.45$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.45$ 、 $\Delta_m = 0.15$ 、 $\Delta_{mm} = 0.6$ 、 $\alpha_m = 0.5$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 1.2$ で、3以上の m に対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 1.5$ 、 $\alpha_1 = 0.5$ 、 $\beta_1 = 1.45$ 、 $\alpha_2 = 0.5$ 、 $\beta_2 = 1.2$ とした。尚、4Tマークにおける $\beta_1 = 1.45$ は、 $m = 3$ ($n = 6$ Tマーク) における β_2 (β_{m-1}) と等しくなっている。

一方、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1' = 0.5$ 、 $\beta_1' = 1.9$ 、 $\alpha_2' = 0.65$ 、 $\beta_2' = 1.6$ とした。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1' = 0.8$ 、 $\beta_1' = 2$ としている。

次に、 T_{d1} 、 T_{d1}' をすべての n において一定とせず、3T及び4Tマークで異なる値をとる記録パルス分割方式 (II-A) の場合について、24倍速記録において、以下の記録方式 CD-II Ib を用いて検討を行った。

(記録方式 CD-II Ib)

m が 3 以上の偶数長マークが $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m-1$)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.9$ 、とした。

一方、 m が 3 以上の奇数長マーク $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i' T$ における α_i' 及び β_i' を、 $T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_1' + \alpha_2' = 2.35$ 、ただし、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ 、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 3 \sim m-1$)、

$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.4$ 、ただし、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ 、とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1 = 1$ 、 $\Delta_1 = 0.35$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 1$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 0.9$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.1$ 、 $\Delta_m = 0.4$ 、 $\Delta_{mm} = 0.5$ 、 $\alpha_m = 1$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0.3$ で、3以上の m に対しては一定である。

$m = 2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 0.95$ 、 $\alpha_1 = 1$ 、 $\beta_1 = 1$ 、 $\alpha_2 = 1$ 、 $\beta_2 = 0.3$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1' = 1.35$ 、 $\alpha_2' = 1.4$ 、 $\beta_2' = 0.3$ とした。

さらに、3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.5$ 、 $\alpha_1' = 2.4$ 、 $\beta_1' = 0.45$ としている。

なお、各記録方式での T_{d1} 、 α_1 、 β_1 等を表-2にまとめて示す。いずれの記録方式も記録パルス方式 (II-A) 又は (V) に準じているので、 m が 3 以上の場合に関しては、記録パルス分割方法 (II-A) における、10個のパラメータ (T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m) 及び、 $n = 3, 4, 5$ における T_{d1} 、 α_1 、 β_1 を記載した。ただし、 $n = 3$ の場合の (T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1') は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 の項に記載した。 $n = 4$ の場合の (T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2) 及び、 $n = 5$ の場合の (T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' 、 α_2 、 β_2') は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m の欄に記載した。ここで、記録方式 CD 1-1 b、2-1 b においては、 $n = 4$ の場合の β_1 は、 m が 3 以上 ($n \geq 6$) の場合の β_{m-1} に等しく、 $n = 5$ の場合の β_1' は、 m が 3 以上 ($n \geq 6$) の場合の β_1' ($= \beta_1 + \Delta_1$) と等しい。記録方式 II b においては、 $n = 4, 5$ の場合の β_1 、 β_1' はそれぞれ、 m が 3 の場合の β_1 、 β_1' ($= \beta_1 + \Delta_1$) と等しい。

表—2

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	Δ_1	α_c	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m
CD1-1b	$m \geq 3$	0.9	1.1	1	0.35	1	0.9	0.1	1.05	0.35	0.4
	$n=5$	0.9	1.1	1.35					1.4		0.4
	$n=4$	0.9	1.1	0.9					1.05		0.4
	$n=3$	0.9	1.8	0.6							
CD2-1b	$m \geq 3$	1.5	0.5	1.5	0.4	0.5	1.45	0.45	0.5	0.15	1.2
	$n=5$	1.5	0.5	1.9					0.65		1.6
	$n=4$	1.5	0.5	1.45					0.5		1.2
	$n=3$	1.5	0.8	2							
CD-I 1b	$m \geq 3$	1	1	1	0.35	1	0.9	0.1	1	0.4	0.3
	$n=5$	1	1	1.35					1.4		0.3
	$n=4$	0.95	1	1					1		0.3
	$n=3$	0.5	2.4	0.45							

オーバーライト特性の評価結果を24倍速の(記録方式CD1-1b)及び(記録方式CD-I1b)についてそれぞれ図13、14に、10倍速の(記録方式CD2-1b)について図15に示す。消去パワーPeと記録パワーPwの比Pe/Pwは、24倍速の(記録方式CD1-1b)は0.35、(記録方式CD-I1b)は0.33、10倍速の(記録方式CD2-1b)は0.31とし、Pwを21mW程度から30mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワーPbは一定の値0.8mWとしている。

各図において、それぞれ(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度m₁₁、(d)R_{top}、(e)3Tマーク長、(f)3Tスペース長、のPw依存性を表す。

最適記録パワーは24倍速記録の(記録方式CD1-1b)では25-27mW付近、(記録方式CD-I1b)では24-28mW付近、10倍速記録では23-28mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価した。

図13、14、15の(a)、(b)の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35(nsec)を示す。いずれの線速においても35nsec以下の良好なジッタ値が得られている。

図13、14、15の(c)、(d)から、いずれの線速においても、変調度m₁₁は60%~80%(0.6~0.8)、R_{top}は15~25%の値が得られている。

次に、(記録方式CD1-1b)、(記録方式CD-I1b)、(記録方式CD2-1b)で記録を行った場合において、1倍速再生時の3Tマーク長、3Tスペース長を測定した。いずれの記録方式においても、3Tマーク長、3Tスペース長は、231nsec×3から±10%程度のいずれの範囲内であった。具体的には、図14(e)、(f)の図中の実線の横線は1倍速再生時の3Tマーク長=3Tスペース長=231×3(nsec)を示す。また、点線の横線は231nsec×3-40nsec、231nsec×3+40nsecを示す。マーク長、スペース長については、通常基準クロック周期Tの±20%程度のいずれは許容されるから、±30~40nsec以内であればよいが、図14(e)、(f)から、マーク長及びスペース長のいずれはほとんどなく許容範囲内であるこ

とが分かる。

同様に、最適 P_w 付近においては、4 T ~ 11 T のマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期 T の ± 10 % 程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は ± 10 % 以内の値が得られた。

以上まとめると、10、24倍速においては良好な記録特性が得られており、再生信号は、既存の CD ドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においてもパルスを調整することによって良好な特性がえられる。

次に、24倍速の（記録方式 CD-1-1b）、（記録方式 CD-IIb）、そして、10倍速における（記録方式 CD-2-1b）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を記す。それぞれ、 $P_w / P_e = 25 \text{ mW} / 8.8 \text{ mW}$ 、 $26 \text{ mW} / 8.6 \text{ mW}$ 、 $26 \text{ mW} / 8.1 \text{ mW}$ で繰返しオーバーライトを行ったところ、いずれの線速においても CD-RW に要求される 1000 回というオーバーライト耐久性は十分満たされていた。

さらに、各線速における消去比を測定した。10倍速においては、（記録方式 CD-2-1b）の 3T、11T のパルスを用い、24倍速においては（記録方式 CD-IIb）の 3T、11T のパルスを用いて、 $3T / 11T$ オーバーライト消去比を測定した。10倍速、24倍速で $3T / 11T$ オーバーライト消去比は、それぞれ 28, 21 dB となり、それぞれの線速において、十分な消去比が得られた。

また、（記録方式 CD-1-1b）、（記録方式 CD-IIb）を用い、24倍速で記録を行ったディスクを 105°C の加速試験に投入したところ、3 時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは、2 nsec 程度変化していたが 1 倍速再生で 35 nsec 以下であり、反射率 R_{top} 、変調度 m_{11} もほとんど低下しておらず、初期値の 90 % 以上を維持していた。

（実施例 3）

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を 80 nm、 $Sn_{20}Ge_{18}Sb_{62}$ ($Sn_{0.2}(Ge_{0.23}Sb_{0.77})_{0.8}$) からなる記録層を 15 nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を 30 nm、 $Al_{99.5}Ta_{0.5}$ からなる反射層を 200 nm、紫外線硬化樹脂層を約 4 μm をこの順

に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。この $\text{Al}_{99.5}\text{Ta}_{0.5}$ 反射層の体積抵抗率 ρ_v は $80\text{n}\Omega\cdot\text{m}$ 、面積抵抗率 ρ_s は約 $0.4\Omega/\square$ であった。初期化は、長径約 $150\mu\text{m}$ 、短径約 $1.0\mu\text{m}$ の橢円形スポット形状を有する波長約 810nm のレーザーダイオード光を線速約 12m/s で走査して行なった。照射パワーは 1600mW である。

このディスクに、 $\text{NA}=0.50$ のテスターを用いて、 24 及び 10 倍速でE FM変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は一定とし P_w を 21mW 程度から 30mW 程度まで 1mW 刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。 P_b は 0.8mW で一定とした。いずれも 10 回オーバーライト後の値で評価した。

記録パルス分割方法は以下のとおりである。

24 倍速記録においては、記録方式CD1-1を適用し、これを（記録方式CD1-1c）とする。（記録方式CD1-1c）は記録パルス分割方法（II-A）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式CD1-1c）

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長、 $nT=2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 α_1T 及びオフパルス区間 β_1T における α_1 及び β_1 を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が 3 以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1' T$ における α_1' 及び β_1' を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.35, \text{ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.45, \text{ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_m + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1 = 1$ 、 $\Delta_1 = 0.35$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 1$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.0$ 、 $\Delta_{m-1} = 0$ 、 $\Delta_m = 0.5$ 、 $\Delta_{mm} = 0.5$ 、 $\alpha_m = 0.95$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0.3$ で、3 以上の m に対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4 T マークに対しては、 $T_{d1} = 1$ 、 $\alpha_1 = 1$ 、 $\beta_1 = 1$ 、 $\alpha_2 = 0.95$ 、 $\beta_m = 0.3$ とし、

5 T マークに対しては、 $T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1' = 1.35$ 、 $\alpha_2' = 1.45$ 、 $\beta_m' = 0.3$ とした。

$m = 1$ 、すなわち 3 T マークに対しては、 $T_{d1}' = 0.75$ 、 $\alpha_1' = 1.95$ 、 $\beta_1' = 0.5$ とした。

一方、10 倍速記録の場合には、記録方式 CD 2-1 として、以下の（記録方式 CD 2-1c）を使用した。（記録方式 CD 2-1c）は記録パルス分割方法（V）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。（記録方式 CD 2-1c）

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が 3 以上の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1' T$ における α_1' 及び β_1' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.4, \text{ ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.55, \text{ ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 0.5$ 、 $\beta_1 = 1.6$ 、 $\Delta_1 = 0.4$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.4$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.6$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.35$ 、 $\Delta_m = 0.2$ 、 $\Delta_{mm} = 0.55$ 、 $\alpha_m = 0.4$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 1.1$ で、3以上の m に対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 1.5$ 、 $\alpha_1 = 0.5$ 、 $\beta_1 = 1.6$ 、 $\alpha_2 = 0.4$ 、 $\beta_2 = 1.1$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1' = 0.5$ 、 $\beta_1' = 2$ 、 $\alpha_2' = 0.6$ 、 $\beta_2' = 1.45$ とした。ここで、5Tマークにおける $\beta_2' = 1.45$ は、 $m = 3$ (6Tマーク) の $\beta_3' (\beta_m') = 1.1$ に、0.35を付与してるのである。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.5$ 、 $\alpha_1' = 0.6$ 、 $\beta_1' = 2.1$ としている。

なお、各記録方式での T_{d1} 、 α_i 、 β_i 等を表-3にまとめて示す。いずれの記録方式も記録パルス方法 (II-A) 又は (V) に準じているので、 m が3以上の場合に関しては、記録パルス分割方式 (II-A) における、10個のパラメータ (T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m) 及び、 $n = 3, 4, 5$ における T_{d1} 、 α_i 、 β_i を記載した。ただし、 $n = 3$ の場合の (T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1') は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 の項に記載した。 $n = 4$ の場合の (T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2) 及び、 $n = 5$ の場合の (T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' 、 α_2' 、 β_2') は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m の欄に記載した。

ここで、記録方式 CD1-1c、2-1cにおいては、 $n = 4, 5$ の場合の β_1 及び β_1' はそれぞれ m が3の場合の β_1 及び $\beta_1' (= \beta_1 + \Delta_1)$ と等しい。

表—3

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	Δ_1	α_c	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m
CD1-1c	$m \geq 3$	1	1	1	0.35	1	1	0	0.95	0.5	0.3
	$n=5$	1	1	1.35					1.45		0.3
	$n=4$	1	1	1					0.95		0.3
	$n=3$	0.75	1.95	0.5							
CD2-1c	$m \geq 3$	1.5	0.5	1.6	0.4	0.4	1.6	0.35	0.4	0.2	1.1
	$n=5$	1.5	0.5	2					0.6		1.45
	$n=4$	1.5	0.5	1.6					0.4		1.1
	$n=3$	1.5	0.6	2.1							

オーバーライト特性の評価結果を24倍速の（記録方式CD1-1c）について図18に、10倍速の（記録方式CD2-1c）について図19に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は、24倍速の（記録方式CD1-1c）は0.31、10倍速の（記録方式CD2-1c）は0.33とし、 P_w を21mW程度から30mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定の値0.8mWとしている。

各図において、それぞれ（a）3Tマーク長ジッタ、（b）3Tスペース長ジッタ、（c）変調度 m_{11} 、（d） R_{top} 、（e）3Tマーク長、（f）3Tスペース長、の P_w 依存性を表す。

最適記録パワーは24倍速記録の（記録方式CD1-1c）では25-28mW付近、10倍速記録の（記録方式CD2-1c）では24-30mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価した。

図18、19の（a）、（b）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35（nsec）を示す。いずれの線速においても35nsec以下の良好なジッター値が得られている。

図18、19の（c）、（d）から、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%~80%（0.6~0.8）、 R_{top} は15~25%の値が得られている。

次に、（記録方式CD1-1c）、（記録方式CD2-1c）で記録を行った場合において、1倍速再生時の3Tマーク長、3Tスペース長を測定した。いずれの記録方式においても、3Tマーク長、3Tスペース長は、 231×3 nsecから±10%程度のずれの範囲内であった。具体的には、図18、19（e）、（f）の各図中における実線の横線は、1倍速再生時の3Tマーク長=3Tスペース長= 231×3 （nsec）を示す。また、点線の横線は 231 nsec× $3 - 40$ nsec、 231 nsec× $3 + 40$ nsecを示す。マーク長、スペース長については、基準クロック周期Tの通常±20%程度のずれは許容されるから、±30~40nsec以内であればよいが、図18、19（e）、（f）から、マーク長及びスペース長のずれはほとんどなく許容範囲内であることが分かる。

同様に、最適 P_w 付近においては、4T~11Tのマーク長及びスペース長に

おいても、基準クロック周期Tの±10%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。

以上まとめると、10、24倍速においては良好な記録特性が得られており、再生信号は、既存のCDドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においてもパルスを調整することによって良好な記録特性がえられる。

次に、24倍速の（記録方式CD1-1c）、10倍速における（記録方式CD2-1c）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を記す。それぞれ、 $P_w/P_e = 2.6 \text{ mW}/8.1 \text{ mW}, 2.7 \text{ mW}/8.9 \text{ mW}$ で繰返しオーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図20、21に表す。各図において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされている。

さらに、各線速における消去比を測定した。10倍速においては、（記録方式CD2-1c）の3T、11Tのパルスを用い、24倍速においては（記録方式CD1-1c）の3T、11Tのパルスを用いて、3T/11Tオーバーライト消去比を測定した。10倍速、24倍速で3T/11Tオーバーライト消去比は、それぞれ33、21dBであり、それぞれの線速において、十分な消去比が得られた。また、（記録方式CD1-1c）を用い、24倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは、2nsec程度変化するものの1倍速再生で35nsec以下であり、反射率R_{t_{op}}、変調度m₁₁もほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持していた。

(実施例4)

上記実施例3のディスクとテスタ1とを用い、24倍速記録においては、記録方式CD1-2を適用し、これを（記録方式CD1-2a）とする。（記録方式CD1-2a）は記録パルス分割方法（III-A）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

(記録方式CD1-2a)

mが3以上の場合の、偶数マーク長、nT=2mTに対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及

び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 α'_i 、T及びオフパルス区間 β'_i 、Tにおける α'_i 及び β'_i を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.85, \text{ただし、} \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 1$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.4$ 、 $\Delta_m = 0.45$ 、 $\Delta_{mm} = 0.85$ 、 $\alpha_m = 1$ 、 $\beta_m = 0.3$ 、 $\Delta_m' = 0$ で、2以上のmに対しては一定である。

ただし、 $m=2$ ($n=4, 5$) の場合の、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' は、それぞれ $m=3$ の場合の α_1 、 α_1' 、 β_2 (β_{m-1})、 β_2' (β_{m-1}')、 α_3 (α_m)、 α_3' (α_m')、 β_3 (β_m)、 β_3' (β_m')と等しくする。すなわち、4Tマークに対しては、 $\alpha_1 = 1$ 、 $\beta_1 = 1$ 、 $\alpha_2 = 1$ 、 $\beta_2 = 0.3$ とし、5Tマークに対しては、 $\alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1' = 1.4$ 、 $\alpha_2' = 1.45$ 、 $\beta_2' = 0.3$ とした。

$m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.9$ 、 $\alpha_1' = 1.6$ 、 $\beta_1' = 0.55$ とした。

一方、10倍速記録の場合には、記録方式CD2-2として、以下の(記録方式CD2-2a)を使用した。(記録方式CD2-2a)は記録パルス分割方法(VI)における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。(記録方式CD2-2a)

mが3以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 α_iT 及びオフパルス区

間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが3以上の奇数マーク長が $n T = (2m+1) T$ に対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 α_i' T及びオフパルス区間 β_i' Tにおける α_i' 及び β_i' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.55, \text{ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.5, \alpha_1 = \alpha_1' = 0.5, \alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.4$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.6, \Delta_{m-1} = 0.35, \Delta_m = 0.2, \Delta_{mm} = 0.55, \alpha_m = 0.4, \beta_m = 0.8, \Delta_m' = 0.4$ で、2以上のmに対しては一定である。

ただし、 $m=2$ ($n=4, 5$) の場合の、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ は、それぞれ $m=3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2 (\beta_{m-1}), \beta_2' (\beta_{m-1}'), \alpha_3 (\alpha_m), \alpha_3' (\alpha_m'), \beta_3 (\beta_m), \beta_3' (\beta_m')$ と等しくする。すなわち、4Tマークに対しては、 $\alpha_1 = 0.5, \beta_1 = 1.6, \alpha_2 = 0.4, \beta_2 = 0.8$ とし、5Tマークに対しては、 $\alpha_1' = 0.5, \beta_1' = 1.95, \alpha_2' = 0.6, \beta_2' = 1.2$ とした。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.5, \alpha_1' = 0.7, \beta_1' = 1.7$ としている。

なお、各記録方式での $T_{d1}, \alpha_1, \beta_1$ 等を表-4にまとめて示す。

表-4において、記録パルス分割方式は $n=3$ の場合と n が $4 \sim 11$ の場合とに分けて記載した。 $n=3$ の場合には、 $T_{d1}', \alpha_1', \beta_1'$ の3つのパラメータが必要であるが、表-7では、それぞれ $T_{d1}, \alpha_1, \beta_m$ の欄に記載した。 n が $4 \sim 11$ の場合には、記録パルス分割方法 (I I I - A) において、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1} + \alpha_1' = 2, \beta_1 + \alpha_2 = \beta_{m-1} + \alpha_m = 2, \alpha_1 = \alpha_m = \alpha_c, \Delta_m$

はmによらず一定とした。したがって、表-4では、 T_{d1} 、 β_1 、 β_{m-1} 、 β_m 、 α_m も含めて10個のパラメータを記載しているが、独立パラメータは α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' の5個である。また、n=4の場合には、 $\beta_1=\beta_{m-1}=\beta_c$ 、 $\alpha_2=\alpha_m=\alpha_c$ 、 $\beta_2=\beta_m$ である。n=5の場合には、 $\beta_1'=\beta_c+\Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2=\alpha_c+\Delta_m$ 、 $\beta_2'=\beta_m'+\Delta_m'$ である。

表-4

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	α_C	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m	Δ_m'
CD1-2a	$n=3$	0.9	1.6								0.55
	$n=4 \sim 11$	1	1	1	1	0.4	1	0.45	0.3	0	
CD2-2a	$n=3$	1.5	0.7								1.7
	$n=4 \sim 11$	1.5	0.5	1.6	0.4	1.6	0.35	0.4	0.2	0.8	0.4

オーバーライト特性の評価結果を24倍速の（記録方式CD1-2a）について図22に、10倍速の（記録方式CD2-2a）について図23に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は、24倍速の（記録方式CD1-2a）は0.30、10倍速の（記録方式CD2-2a）は0.30で一定とした。（記録方式CD1-2a）では、 P_w を22mW程度から30mW程度まで1mW刻みで変化させた。（記録方式CD2-2a）では、 P_w を20mW程度から29mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定の値0.8mWとしている。

各図において、それぞれ（a）3Tマーク長ジッタ、（b）3Tスペース長ジッタ、（c）変調度 m_{11} 、（d） R_{top} 、（e）3Tマーク長、（f）3Tスペース長、の P_w 依存性を表す。

最適記録パワーは24倍速記録の（記録方式CD1-2a）では24-28mW付近、10倍速記録の（記録方式CD2-2a）では23-28mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価した。

図22、23の（a）、（b）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35（nsec）を示す。いずれの線速においても35nsec以下の良好なジッター値が得られている。

図22、23の（c）、（d）から、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%～80%（0.6～0.8）、 R_{top} は15～25%の値が得られている。

次に、（記録方式CD1-2a）、（記録方式CD2-2a）で記録を行った場合において、1倍速再生時の3Tマーク長、3Tスペース長を測定した。いずれの記録方式においても、3Tマーク長、3Tスペース長は、 231×3 nsecから±10%程度のずれの範囲内であった。具体的には、図22、23（e）、（f）の図中における実線の横線は、1倍速再生時の3Tマーク長=3Tスペース長= 231×3 （nsec）を示す。また、点線の横線は 231 nsec×3-40nsec、 231 nsec×3+40nsecを示す。マーク長、スペース長については、通常基準クロック周期Tの±20%程度のずれは許容されるから、±30～40nsec以内であればよいが、図22、23（e）、（f）から、マーク長及びスペース長のずれがほとんどなく、許容範囲内であることが分

かる。

同様に、最適 P_w 付近においては、4 T ~ 11 T のマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期 T の ± 10 % 程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は ± 10 % 以内の値が得られた。

以上まとめると、10、24倍速においては良好な記録特性が得られており、再生信号は、既存の CD ドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においてもパルスを調整することによって良好な特性がえられる。

次に、24倍速の（記録方式 CD 1 - 2 a）、10倍速における（記録方式 CD 2 - 2 a）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を記す。それぞれ、 $P_w / P_e = 2.6 \text{ mW} / 7.8 \text{ mW}, 2.4 \text{ mW} / 7.2 \text{ mW}$ で繰返しオーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図 24、25 に表す。各図において、(a) が 3 T マーク長ジッタ、(b) が 3 T スペース長ジッタを示す。いずれの線速においても CD-RW に要求される 1000 回というオーバーライト耐久性は十分満たされている。

また、（記録方式 CD 1 - 2 a）を用い、24倍速で記録を行ったディスクを 105 °C の加速試験に投入したところ、3 時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは、2 nsec 程度変化するものの 1 倍速再生で 35 nsec 以下であり、反射率 R_{top} 、変調度 m_{11} もほとんど低下しておらず、初期値の 90 % 以上を維持していた。

（実施例 5）

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を 80 nm、 $Ge_{15}Sb_{65}Sn_{20}(Sn_{0.2}(Ge_{0.19}Sb_{0.81})_{0.8})$ からなる記録層を 15 nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を 27 nm、 SiO_2 からなる界面層を 3 nm、Ag からなる反射層を 200 nm、紫外線硬化樹脂層を約 4 μm をこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。この Ag 反射層の体積抵抗率 ρ_v は 24 nΩ · m、面積抵抗率 ρ_s は約 0.12 Ω / □ であった。初期化は、長軸約 150 μm 、短軸約 1.0 μm の橿円形スポット形状を有する波長約 810 nm のレーザーダイオード光を短軸方向に線速約 12 m/s で走査して行なった。照射パワーは 1650 mW である。

このディスクに、 $NA = 0.50$ のテスタ 1 を用いて、32、24 及び 10 倍速で EFM 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e / P_w は一定とし P_w を 1.9 mW 程度から 3.0 mW 程度まで 1 mW 刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも 10 回オーバーライト後の値で評価した。

32 倍速記録においては、記録方式 CD 1-1 を適用し、これを（記録方式 CD 1-1 d）とする。（記録方式 CD 1-1 d）は記録パルス分割方法（II-A）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式 CD 1-1 d）

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_1 + \alpha_2 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1} + \alpha_m = 2, \text{とした。}$$

一方、 m が 3 以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_1 T$ における α'_1 及び β'_1 を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha'_1 = 2,$$

$$\beta'_1 + \alpha'_2 = 2.32, \text{ただし, } \beta'_1 = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta'_{m-1} + \alpha'_m = 2.44, \text{ただし, } \beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1, \alpha_1 = \alpha'_1 = 1, \beta_1 = 1.06, \Delta_1 = 0.32, \alpha_i = \alpha'_i = \alpha_c = 0.94$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.06, \Delta_{m-1} = 0, \Delta_m = 0.44, \Delta_{mm} = 0.44, \alpha_m = 0.94, \beta_m = \beta'_m = 0.44$ で、3 以上の m に対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4T マークに対しては、 $T_{d1} = 1, \alpha_1 = 1, \beta_1 = 1.$

$\alpha_2 = 0.94$ 、 $\beta_2 = 0.44$ とし、 $5T$ マークに対しては、 $T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1' = 1.38$ 、 $\alpha_2' = 1.38$ 、 $\beta_2' = 0.44$ とした。

$m = 1$ 、すなわち $3T$ マークに対しては、 $T_{d1}' = 0.81$ 、 $\alpha_1' = 1.91$ 、 $\beta_1' = 0.25$ とした。

続いて、 24 倍速記録の場合には、記録方式CD2-1の具体例として、以下の（記録方式CD2-1d）を使用した。（記録方式CD2-1d）は、記録パルス分割方法（V）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式CD2-1d）

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_1 + \alpha_2 = 1.85,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が 3 以上の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i' T$ における α_i' 及び β_i' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.35, \text{ただし、} \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.3, \text{ただし、} \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.3$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 0.7$ 、 $\beta_1 = 1.15$ 、 $\Delta_1 = 0.5$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.7$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.3$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.15$ 、 $\Delta_m = 0.15$ 、 $\Delta_{mm} = 0.3$ 、 $\alpha_m = 0.7$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0.7$ で、 3 以上の m に対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、 $4T$ マークに対しては、 $T_{d1} = 1.3$ 、 $\alpha_1 = 0.7$ 、

$\beta_1 = 1.15$ 、 $\alpha_2 = 0.7$ 、 $\beta_2 = 0.7$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1} = 1.3$ 、 $\alpha_1' = 0.7$ 、 $\beta_1' = 1.65$ 、 $\alpha_2' = 1.05$ 、 $\beta_2' = 0.7$ とした。尚、5Tマークにおける $\alpha_2' = 1.05$ は、 $m=3$ （6Tマーク）における $\alpha_3' (= \alpha_m + \Delta_m = 0.7 + 0.15 = 0.85)$ に、0.2を付加したものである。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.3$ 、 $\alpha_1' = 1.1$ 、 $\beta_1' = 0.95$ としている。

さらに、10倍速記録の場合には、記録方式CD2-1の具体例として、以下の（記録方式CD2-1e）を使用した。（記録方式CD2-1e）は、記録パルス分割方式（V）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式CD2-1e）

m が3以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_1 + \alpha_2 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が3以上の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i' T$ における α_i' 及び β_i' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.3, \text{ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.3, \text{ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m, \text{とした。}$$

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.7$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 0.3$ 、 $\beta_1 = 1.7$ 、 $\Delta_1 = 0.3$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.3$ （ $i = 2 \sim m-1$ なる i に対して、 α_c は一定）、 $\beta_{m-1} = 1.7$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.35$ 、 $\Delta_m = 0.15$ 、 $\Delta_{mm} = 0.45$ 、

$\alpha_m = 0, 3, \beta_m = \beta_m' = 1, 2$ で、3以上のmに対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 1, 7, \alpha_1 = 0, 3, \beta_1 = 1, 7, \alpha_2 = 0, 3, \beta_2 = 1, 2$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1, 7, \alpha_1' = 0, 3, \beta_1' = 2, \alpha_2' = 0, 45, \beta_2' = 1, 65$ とした。ここで、5Tマークにおける $\beta_2' = 1, 65$ は、 $m = 3$ (6Tマーク)のときの $\beta_3' (\beta_m' = 1, 2)$ に0, 45を付加したものである。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1, 7, \alpha_1' = 0, 5, \beta_1' = 1, 9$ としている。

なお、各記録方式での $T_{d1}, \alpha_1, \beta_1$ 等を表-5にまとめて示す。いずれの記録方式も記録パルス方式 (I I) 又は (V) に準じているので、 m が3以上の場合に関しては、記録パルス分割方式 (I I-A) における、10個のパラメータ ($T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \Delta_1, \alpha_c, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m, \beta_m$) 及び、 $n = 3, 4, 5$ における $T_{d1}, \alpha_1, \beta_1$ を記載した。ただし、 $n = 3$ の場合の ($T_{d1}', \alpha_1', \beta_1'$) は、 $T_{d1}, \alpha_1, \beta_1$ の項に記載した。 $n = 4$ の場合の ($T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$) 及び、 $n = 5$ の場合の ($T_{d1}', \alpha_1', \beta_1', \alpha_2, \beta_2'$) は、 $T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \alpha_m, \beta_m$ の欄に記載した。

ここで、記録方式 CD 1-1 d, 2-1 d, 2-1 eにおいては、 $n = 4, 5$ の場合の β_1, β_1' はそれぞれ、 m が3の場合の $\beta_1, \beta_1' (= \beta_1 + \Delta_1)$ と等しい。

表—5

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	Δ_1	α_c	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m
CD1-1d	$m \geq 3$	1	1	1.06	0.32	0.94	1.06	0	0.94	0.44	0.44
	$n=5$	1	1	1.38					1.38		0.44
	$n=4$	1	1	1.06					0.94		0.44
	$n=3$	0.81	1.94	0.25							
CD2-1d	$m \geq 3$	1.3	0.7	1.15	0.5	0.7	1.3	0.15	0.7	0.15	0.7
	$n=5$	1.3	0.7	1.65					1.05		0.7
	$n=4$	1.3	0.7	1.15					0.7		0.7
	$n=3$	1.3	1.1	0.95							
CD2-1e	$m \geq 3$	1.7	0.3	1.7	0.3	0.3	1.7	0.35	0.3	0.15	1.2
	$n=5$	1.7	0.3	2					0.45		1.65
	$n=4$	1.7	0.3	1.7					0.3		1.2
	$n=3$	1.7	0.5	1.9							

32倍速における（記録方式CD1-1d）、24倍速における（記録方式CD2-1d）、及び10倍速における（記録方式CD2-1e）の場合の、オーバーライト特性の評価結果を図26、27及び28に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は、（記録方式CD1-1d）では0.30、（記録方式CD2-1d）では0.30、（記録方式CD2-1e）では0.30で一定とした。（記録方式CD1-1d）では、 P_w を26mWから30mW程度まで1mW刻みで変化させた。（記録方式CD2-1d）では、 P_w を23mWから30mW程度まで1mW刻みで変化させた。（記録方式CD2-1e）では、 P_w を22mWから30mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定の値0.8mWとしている。

各図において（a）～（f）はそれぞれ、（a）3Tマーク長ジッタ、（b）3Tスペース長ジッタ、（c）変調度 m_{11} 、（d） R_{top} 、（e）3Tマーク長、（f）3Tスペース長、の P_w 依存性を表す。

ジッタが最小となる最適記録パワーは32倍速での（記録方式CD1-1d）では28-30mW、24倍速での（記録方式CD2-1d）では25-30mW、10倍速での（記録方式CD2-1e）では25-30mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価した。

図26、27、28の（a）、（b）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35(nsec)を示し、最適 P_w 付近においては、35nsec以下の良好なジッター値が得られている。また、他のマーク長及びスペース長のジッタも35nsec以下となつた。

図26、27、28の（c）、（d）から、いずれの記録方式においても、変調度 m_{11} は60%～80%（0.6～0.8）、 R_{top} は15～25%の値が得られていることがわかる。

図26、27、28の（e）、（f）の図中の実線の横線は1倍速再生時の3Tマーク長=3Tスペース長=231×3(nsec)を示す。また、点線の横線は231nsec×3-40nsec、231nsec×3+40nsecを示す。マーク長、スペース長については、通常基準クロック周期Tの±20%程度のそれは許容されるから、±30～40nsec以内であればよいが、図から、最適 P_w 付近においては、マーク長及びスペース長のそれはほとんどなく許容範

圏内であることが分かる。同様に、最適 P_w 付近においては、4 T ~ 11 T のマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期 T の ± 10 % 程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は ± 10 % 以内の値が得られた。

本実施例媒体及び記録方法を用いれば、すくなくとも 32 倍速から 10 倍速の範囲で良好な記録特性が得られ、再生信号は、既存の CD ドライブで再生可能な品質となる。

次に、32 倍速の（記録方式 CD 1 - 1 d）、24 倍速の（記録方式 CD 2 - 1 d）、そして、10 倍速における（記録方式 CD 2 - 1 e）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を記す。それぞれ、 $P_w / P_e = 29 \text{ mW} / 8.7 \text{ mW}$ 、 $28 \text{ mW} / 8.4 \text{ mW}$ 、 $27 \text{ mW} / 8.1 \text{ mW}$ で繰返しオーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図 29、30、31 に表す。各図において、(a) が 3 T マーク長ジッタ、(b) が 3 T スペース長ジッタを示す。

いずれの線速においても CD-RW に要求される 1000 回というオーバーライト耐久性は十分満たされている。

さらに、各線速における消去比を測定した。10 倍速においては、（記録方式 CD 2 - 1 e）の 3 T、11 T のパルスを用い、24 倍速での（記録方式 CD 2 - 1 d）の 3 T、11 T のパルスを用い、32 倍速においては（記録方式 CD 1 - 1 d）の 3 T、11 T のパルスを用いて、3 T / 11 T オーバーライト消去比を測定した。10 倍速、24、32 倍速で、T / 11 T オーバーライト消去比は、それぞれ 30、28、24 dB となり、それぞれの線速において、十分な消去比が得られた。また、（記録方式 CD 1 - 1 d）を用い、32 倍速で記録を行ったディスクを 105 °C の加速試験に投入したところ、3 時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは、1 倍速再生で 2 nsec 程度は変化したが 35 nsec 以下であり、反射率 R_top、変調度 m_1 もほとんど低下しておらず、初期値の 90 % 以上を維持していた。

（実施例 6）

実施例 5 の媒体に対してテスタ 1 を用い、32 倍速においては、記録方式 CD 1 - 2 を適用し、これを（記録方式 CD 1 - 2 b）とする。（記録方式 CD 1 - 2 b）は記録パルス分割方法（I I I - A）における、独立パラメータの数をさ

らに限定した使用方法となっている。

(記録方式 CD 1 - 2 b)

m が2以上の偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が2以上の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_i T$ における α'_i 及び β'_i を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.4, \text{ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

$$\beta_m' = \beta_m + \Delta_m',$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1, \alpha_1 = \alpha_1' = 1, \beta_1 = 1.06, \alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.94$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.06, \Delta_{m-1} = 0.32, \alpha_m = 0.94, \beta_m = 0.44, \Delta_m' = 0$ で、2以上の m に対しては一定である。 Δ_m は、 $m = 2, 3$ に対しては、 $\Delta_{m1} = 0.44, m = 4, 5$ に対しては、 $\Delta_{m2} = 0.5$ を用いた。

ただし、また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) における、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ を、それぞれ $m = 3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2$ (β_{m-1})、 β_2' (β_{m-1}')、 α_3 (α_m)、 α_3' (α_m')、 β_3 (β_m)、 β_3' (β_m') と等しくする。

$m = 1$ 、すなわち 3 T マークに対しては、 $T_{d1}' = 0.81, \alpha_1' = 1.94, \beta_1' = 0.25$ とした。

続いて、24倍速記録の場合には、記録方式 CD 2 - 2 の具体例として、以下の (記録方式 CD 2 - 2 b) を使用した。 (記録方式 CD 2 - 2 b) は、記録パ

ルス分割方法（V I）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式CD2-2b）

mが2以上の偶数マーク長nT=2mTに対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが2以上の奇数マーク長nT=(2m+1)Tに対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1' T$ における α_1' 及び β_1' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.8, \text{ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

$$\beta_m' = \beta_m + \Delta_m',$$

とした。

ここで、 $T_{d1}=T_{d1}'=1.3$, $\alpha_1=\alpha_1'=0.7$, $\alpha_i=\alpha_i'=\alpha_c=0.7$ ($i=2 \sim m-1$ なるiに対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1}=1.3$, $\Delta_{m-1}=0.4$, $\Delta_m=0.4$, $\Delta_{mm}=0.8$, $\alpha_m=0.7$, $\beta_m=0.7$, $\Delta_m'=0$ で、2以上のmに対しては一定である。

$m=2$ ($n=4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m=3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2 (\beta_{m-1}), \beta_2' (\beta_{m-1}'), \alpha_3 (\alpha_m), \alpha_3' (\alpha_m'), \beta_3 (\beta_m), \beta_3' (\beta_m')$ と等しくする。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}'=1.3$, $\alpha_1'=1.3$, $\beta_1'=1$ としている。

さらに、10倍速記録の場合には、記録方式CD2-2の具体例として、以下の（記録方式CD2-2c）を使用した。（記録方式CD2-2c）は、記録パ

ルス分割方法（V I）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式 C D 2 - 2 c）

mが2以上の偶数マーク長n T = 2 m Tに対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが2以上の奇数マーク長n T = (2 m + 1) Tに対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_i T$ における α'_i 及び β'_i を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.6, \text{ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

$$\beta_m' = \beta_m + \Delta_m',$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.7$, $\alpha_1 = \alpha_1' = 0.3$, $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.3$ ($i = 2 \sim m-1$ なるiに対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.7$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.3$ 、 $\Delta_m = 0.3$ 、 $\alpha_m = 0.3$ 、 $\beta_m = 1.2$ 、 $\Delta_m' = 0.35$ で、2以上のmに対しては一定である。

ただし、 $m=2$ ($n=4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m=3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2$ (β_{m-1})、 $\beta_2', (\beta_{m-1}')$ 、 α_3 (α_m)、 $\alpha_3', (\alpha_m')$ 、 β_3 (β_m)、 $\beta_3', (\beta_m')$ と等しくする。

3 Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.8$, $\alpha_1' = 0.6$, $\beta_1' = 1.8$ としている。

なお、各記録方式での $T_{d1}, \alpha_i, \beta_i$ 等を表-6にまとめて示す。

表-6において、記録パルス分割方式は $n=3$ の場合と n が $4 \sim 11$ の場合と

に分けて記載した。n = 3 の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の 3 つのパラメータが必要であるが、表-6 では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m' の欄に記載した。

n が 4 ~ 11 の場合には、記録パルス分割方法 (I I I - A) において、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1} + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = \beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_m = \alpha_c$ は m によらず一定とした。

表-6 では、 T_{d1} 、 β_1 、 β_{m-1} 、 β_m 、 α_m も含めて 10 個のパラメータを記載しているが、独立パラメータは α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_{m1} 、 Δ_{m2} 、 Δ_m' の 6 個である。ただし、 Δ_{m2} と Δ_{m1} が異なる値となるのは、記録方式 CD 1 - 2 a (32 倍速) の場合だけであって、m = 2, 3 に対して $\Delta_{m1} = 0.44$ を用い、m = 4, 5 に対して、 $\Delta_{m2} = 0.5$ を用いた。

また、n = 4 の場合には、 $\beta_1 = \beta_{m-1} = \beta_c$ 、 $\alpha_2 = \alpha_m = \alpha_c$ 、 $\beta_2 = \beta_m$ である。n = 5 の場合には、 $\beta_1' = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m'$ である。

表-6

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	α_c	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_{m1}	Δ_{m2}	β_m	Δ_m'
CD1-2b	n=3	0.81	1.94									0.25
	n=4~11	1	1	1.06	0.94	1.06	0.32	0.94	0.44	0.5	0.44	0
CD2-2b	n=3	1.3	1.3									1
	n=4~11	1.3	0.7	1.3	0.7	1.3	0.4	0.7	0.4	0.4	0.7	0
CD2-2c	n=3	1.8	0.6									1.8
	n=4~11	1.7	0.3	1.7	0.3	1.7	0.3	0.3	0.3	0.3	1.2	0.35

32倍速における（記録方式CD1-2b）、24倍速における（記録方式CD2-2b）、及び10倍速における（記録方式CD2-2c）の場合の、オーバーライト特性の評価結果を図32、33及び34に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は、（記録方式CD1-2b）では0.30、（記録方式CD2-2b）では0.33、（記録方式CD2-2c）では0.30で一定とした。 P_w を20mWから30mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定値0.8mWとしている。

各図において（a）～（f）はそれぞれ、（a）3Tマーク長ジッタ、（b）3Tスペース長ジッタ、（c）変調度 m_{11} 、（d） R_{top} 、（e）3Tマーク長、（f）3Tスペース長、の P_w 依存性を表す。

ジッタが最小となる最適記録パワーは、32倍速での（記録方式CD1-2b）では27-30mW付近、24倍速での（記録方式CD2-2b）では25-30mW付近、10倍速での（記録方式CD2-2c）では25-30mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価した。

図32、33、34の（a）、（b）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35(nsec)を示し、最適 P_w 付近においては、35nsec以下の良好なジッタ値が得られている。また、他のマーク長及びスペース長のジッタも35nsec以下となつた。

図32、33、34の（c）、（d）から、いずれの記録方式においても、変調度 m_{11} は60%～80%（0.6～0.8）、 R_{top} は15～25%の値が得られていることがわかる。

図32、33、34の（e）、（f）の図中の実線の横線は1倍速再生時の3Tマーク長=3Tスペース長=231×3(nsec)を示す。また、点線の横線は $231\text{nsec} \times 3 - 40\text{nsec}$ 、 $231\text{nsec} \times 3 + 40\text{nsec}$ を示す。マーク長、スペース長については、通常基準クロック周期Tの±20%程度のそれは許容されるから、±30～40nsec以内であればよいが、図から、少なくとも最適 P_w 付近においては、マーク長及びスペース長のそれはほとんどなく許容範囲内であることが分かる。同様に、最適 P_w 付近においては、4T～11Tのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期Tの±10%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。シンメトリー値は±

10%以内の値が得られた。

本実施例媒体及び記録方法を用いれば、少なくとも32倍速から10倍速の範囲で良好な記録特性が得られ、再生信号は、既存のCDドライブで再生可能な品質となる。

次に、32倍速の（記録方式CD1-2b）、24倍速の（記録方式CD2-2b）、そして、10倍速における（記録方式CD2-2c）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を記す。それぞれ、 $P_w/P_e = 30\text{mW}/9\text{mW}$ 、 $28\text{mW}/9.2\text{mW}$ 、 $27\text{mW}/8.1\text{mW}$ で繰返しオーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図35、36、37に表す。各図において、（a）が3Tマーク長ジッタ、（b）が3Tスペース長ジッタを示す。

いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされている。

また、（記録方式CD1-2b）を用い、32倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは1倍速再生で35nsec以下であり、反射率Rtop、変調度m1もほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持していた。

（実施例7）

ついで、実施例3の媒体に対してテスタ1を用い、表-7に示したように、記録パルス分割方式（CD-VI-1）を用いて、8倍速から24倍速までの線速において、オーバーライト記録を行った。記録パルス分割方式（CD-VI-1）は、記録パルス分割方法（VI-B）を適用した例である。

具体的には、8、12、16、20、24倍速にてオーバーライトを行った。

表-7において、記録パルス分割方式はn=3の場合とnが4~11の場合とに分けて記載した。n=3の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-7では、それぞれ T_{d1} 、 α_c 、 β_m の欄に記載した。nが4~11の場合には、 T_{d1} 、 $\alpha_i = \alpha_c$ ($i = 1 \sim m$)、 $\alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 1 \sim m-1$)、はnによらず一定とし、 $T + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$)とした。よって、 $\beta_1 = 2 - \alpha_c$ ($i = 1 \sim m-1$)、 $\beta_1' = 2 - \alpha_c$ ($i = 1 \sim m-2$)

となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' は m によらず一定とした。 $n = 4 \sim 11$ (2 以上の m) に関しては、独立パラメータは、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' である。

尚、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) においては、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' を、それぞれ、 $m = 3$ の場合における α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする。従って、 $n = 4$ の場合には、 $\beta_2 = \beta_m$ とする。 $n = 5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m + \Delta_m'$ とする。

P_w は概ねジッター値が最小となるような記録パワーとして P_{w0} を選んで、繰り返しオーバーライトを行った。また、その際の P_e / P_w 比も表-7 に示した。 P_b は 0.8 mW で一定、 P_e / P_w は 0.30 で一定とした。

表-7

倍速	n	T _{G1}	α_c	Δ_{m-1}	Δ_m	β_m	Δ_m'	P _{w0}	P _{e/Pw}
8	3	1.65	0.50		1.9			24	0.30
	4 ~ 11	1.65	0.35	0.25	0.15	1	0.55	24	0.30
12	3	1.45	0.9			1.6		25	0.30
	4 ~ 11	1.5	0.5	0.3	0.3	0.75	0.45	25	0.30
16	3	1.3	1.05			1.35		26	0.30
	4 ~ 11	1.35	0.65	0.35	0.25	0.5	0.4	26	0.30
20	3	1.1	1.2			0.9		27	0.30
	4 ~ 11	1.15	0.85	0.35	0.15	0.4	0.15	27	0.30
24	3	0.9	1.6			0.55		26	0.30
	4 ~ 11	1	1	0.4	0.45	0.3	0	26	0.30

図38は、8, 12, 16, 20, 24倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} を示す。

尚、図38の(a)～(d)中の「x」は「倍速」を意味する。例えば、「8x」は8倍速を意味する。これは以下の実施例においても同様である。

いずれの線速においても、概ね $Pw_0 \pm 1\text{mW}$ の範囲において、1倍速再生でのマーク長及びスペース長に関して35nsec以下の良好なジッター値が得られた。同様に、すべてのマーク長及びスペース長ジッタに関して、35nsec以下の良好なジッタが得られている。

また、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%～80%(0.6～0.8)、 R_{top} は15～25%、アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。 Pw_0 付近においては、3T～11Tのいずれのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期Tの±10%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。各線速における Pw_0 の最大値は27mW、最小値は24mWで、最小値の最大値に対する比は、0.89である。

次に、各倍速におけるオーバーライト耐久性の評価を行った。各線速で、表-7に示す $Pw =$ 及び Pe / Pw 比において、オーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図39に表す。図39において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。

以上まとめると本発明記録媒体及び記録パルス分割方式(CD-VI-1)を適用すれば、8～24倍速の広範囲において、少數のパラメータを可変とする記録パルス分割方式により良好な特性が得られる。

(実施例8)

ついで、実施例5の媒体に対してテスタ1を用い、表-8に示したように、記録パルス分割方式(CD-VI-2)を用いて、8倍速から32倍速までの線速において、オーバーライト記録を行った。記録パルス分割方式(CD-VI-2)は、記録パルス分割方法(VI-B)を適用した例である。

具体的には、8, 16, 24, 28、32倍速にてオーバーライトを行った。

表-8において、記録パルス分割方式は $n=3$ の場合と n が4～11の場合とに分けて記載した。 $n=3$ の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-8では、それぞれ T_{d1} 、 α_c 、 β_m の欄に記載した。

n が $4 \sim 11$ の場合には、 $T_{d1}, \alpha_i = \alpha c$ ($i = 1 \sim m$)、 $\alpha_{i-1}' = \alpha c$ ($i = 1 \sim m-1$)、は n によらず一定とし、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$)とした。よって、 $\beta_i = 2 - \alpha c$ ($i = 1 \sim m-1$)、 $\beta_i' = 2 - \alpha c$ ($i = 1 \sim m-2$)となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' は m によらず一定とした。 $n = 4 \sim 11$ (2 以上の m) に関しては、独立パラメータは、 αc 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' である。

尚、 $m = 2$ ($n = 4, 5$)においては、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ を、それぞれ、 $m = 3$ の場合における $\alpha_1, \alpha_1', \beta_{m-1}, \beta_{m-1}', \alpha_m, \alpha_m', \beta_m, \beta_m'$ と等しくする。従って、 $n = 4$ の場合には、 $\beta_2 = \beta_m$ とする。 $n = 5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m + \Delta_m'$ とする。

P_w は概ねジッター値が最小となるような記録パワーとして P_{w0} を選んで、繰り返しオーバーライトを行った。また、その際の P_e / P_w 比も表-8 に示した。 P_b は 0.8 mW で一定、 P_e / P_w は 0.30 で一定とした。

表-8

倍速	n	T_{d1}	α_c	Δ_{m-1}	β_m	Δ_m'	P_{W0}	P_e/P_w	
8	3	1.9	0.4		2			0.30	
	4 ~ 11	1.75	0.25	0.05	1.3	0.65	26	0.30	
16	3	1.55	0.9		1.5			0.30	
	4 ~ 11	1.5	0.5	0.2	0.8	0.65	27	0.30	
24	3	1.25	1.3		0.9			0.30	
	4 ~ 11	1.25	0.75	0.25	0.25	0.6	28	0.30	
28	3	1.15	1.5		0.65			0.30	
	4 ~ 11	1.15	0.85	0.25	0.45	0.55	29	0.30	
32	3	0.88	1.94		0.25			0.30	
	4 ~ 11	1	1	0.38	0.38	0.44	0	29	0.30

図40は、8, 16, 24, 28, 32倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} を示す。いずれの線速においても、概ね $Pw_0 \pm 1\text{mW}$ の範囲において、1倍速再生でのマーク長及びスペース長に関して35nsec以下の良好なジッタ値が得られた。同様にすべてのマーク長及びスペース長ジッタに関して、35nsec以下の良好なジッタが得られている。

また、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%~80%(0.6~0.8)、 R_{top} は15~25%、アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。 Pw_0 付近においては、3T~11Tのいずれのマーク長及びスペース長においても、±10%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。各線速における Pw_0 の最大値は32倍速の場合の29mW、最小値は8倍速の場合の26mWで、最小値の最大値に対する比は、1.12である。

次に、各倍速におけるオーバーライト耐久性の評価を行った。各線速で、表-8に示す $Pw =$ 及び Pe/Pw 比において、オーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図41に表す。図41において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。

以上まとめると本発明記録媒体及び記録パルス分割方式(CD-VI-2)を適用すれば、8~32倍速の広範囲において、少数のパラメータを可変とする記録パルス分割方式により良好な特性がえられる。

ここで、低ジッタを得るために、特に重要なパラメータである、nが4以上の場合の α_c 、 β_m 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' の線速依存性を図42、n=3の場合の T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の線速依存性を図43に示した。図42は、表-8中のn=4~11における α_c 、 β_m 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' を各線速度に対してプロットしたものである。一方、図43は、表-8中のn=3における T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' を各線速度に対してプロットしたものである。図42、43をみてわかるように、多少のずれはあるものの、いずれのパラメータもほぼ線速度に応じて単調に変化しており、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 α_1' は、低線速ほど小さい値をとり、 β_m 、 Δ_m' 、 T_{d1}' 、 β_1' は、低線速ほど大きな値をとることがわかる。

そして、少なくとも α_c 、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' については、広範囲の線速度での記録において、最高線速度と、最低線速度におけるこれらのパラメータ値

を、ほぼ直線的に補完した値を適用すればよいことがわかる。

(実施例 9)

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を 90 nm、 $Ge_5In_{18}Sb_{72}Te_5$ ($Te_{0.05}In_{0.18}(Ge_{0.06}Sb_{0.94})_{0.77}$) からなる記録層を 18 nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を 27 nm、 GeN からなる界面層を 3 nm、 Ag からなる反射層を 200 nm、紫外線硬化樹脂層約 4 μm をこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。なお、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ の意味は、ZnS を 80 mol %、SiO₂ を 20 mol % で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることしめす。また、 $Ge_5In_{18}Sb_{72}Te_5$ における組成比は原子数比である。以下の実施例においても同様である。

この Ag 反射層の体積抵抗率 ρ_v は、約 24 nΩ · m、面積抵抗率 ρ_s は約 0.12 Ω / □ であった。初期化は、長軸約 75 μm 、短軸約 1.0 μm の橢円形スポット形状を有する波長約 810 nm のレーザーダイオード光を短軸方向に、線速約 12 m / s で走査して行なった。照射パワーは約 1100 mW である。

このディスクに、NA = 0.50 のテスター 2 を用いて、24 及び 8 倍速で EFM 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e / P_w は一定とし P_w を 26 mW 程度から 36 mW 程度まで 2 mW 刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも 10 回オーバーライト後の値で評価した。

24 倍速記録においては、記録方式 CD 1-2 を適用し、これを（記録方式 CD 1-2 c）とする。（記録方式 CD 1-2 c）は記録パルス分割方法（III-A）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

(記録方式 CD 1-2 c)

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 α_i' 、 T 及びオフパルス区間 β_i' 、 T における α_i' 及び β_i' を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.85, \text{ただし、} \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

$$\beta_m' = \beta_m + \Delta_m$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.9$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.1$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.35$ 、 $\Delta_m = 0.5$ 、 $\Delta_{mm} = 0.85$ 、 $\alpha_m = 0.9$ 、 $\beta_m = 0.4$ 、 $\Delta_m' = 0$ で、2以上の m に対しては一定である。

ただし、 $m=2$ ($n=4, 5$) の場合には、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれ $m=3$ の場合の α_1 、 α_1' 、 β_2 (β_{m-1})、 β_2' (β_{m-1}')、 α_3 (α_m)、 α_3' (α_m')、 β_3 (β_m)、 β_3' (β_m')と等しくする。すなわち、4Tマークに対しては、 $\alpha_1 = 1$ 、 $\beta_1 = 1.1$ 、 $\alpha_2 = 0.9$ 、 $\beta_2 = 0.4$ とし、5Tマークに対しては、 $\alpha_1 = 1$ 、 $\beta_1' = 1.45$ 、 $\alpha_2' = 1.4$ 、 $\beta_2' = 0.4$ とした。

$m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.9$ 、 $\alpha_1' = 1.4$ 、 $\beta_1' = 0.85$ とした。

一方、8倍速記録の場合には、記録方式CD2-2として、以下の（記録方式CD2-2d）を使用した。（記録方式CD2-2d）は記録パルス分割方法（VI）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。
(記録方式CD2-2d)

m が3以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 α_iT 及びオフパルス区間 β_iT における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m) ,$$

とした。

一方、mが3以上の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 α_1' T及びオフパルス区間 β_1' Tにおける α_i' 及び β_i' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2 ,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1) ,$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2 . \quad 4 \text{、ただし、} \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

$$\beta_m' = \beta_m + \Delta_m' ,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.65$, $\alpha_1 = \alpha_1' = 0.35$, $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.35$ ($i = 2 \sim m-1$ なるiに対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.65$, $\Delta_{m-1} = 0.25$, $\Delta_m = 0.15$, $\Delta_{mm} = 0.4$, $\alpha_m = 0.35$, $\beta_m = 1.0$, $\Delta_m' = 0.55$ で、2以上のmに対しては一定である。

ただし、 $m=2$ ($n=4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m=3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2 (\beta_{m-1}), \beta_2' (\beta_{m-1}')$, $\alpha_3 (\alpha_m), \alpha_3' (\alpha_m'), \beta_3 (\beta_m), \beta_3' (\beta_m')$ と等しくする。すなわち、4Tマークに対しては、 $\alpha_1 = 0.35$, $\beta_1 = 1.65$, $\alpha_2 = 0.35$, $\beta_2 = 1.0$ とし、5Tマークに対しては、 $\alpha_1' = 0.35$, $\beta_1' = 1.9$, $\alpha_2' = 0.5$, $\beta_2' = 1.55$ とした。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.65$, $\alpha_1' = 0.5$, $\beta_1' = 1.9$ としている。

なお、各記録方式での $T_{d1}, \alpha_i, \beta_i$ 等を表-9にまとめて示す。

表-9において、記録パルス分割方式は $n=3$ の場合と n が $4 \sim 11$ の場合とに分けて記載した。 $n=3$ の場合には、 $T_{d1}', \alpha_1', \beta_1'$ の3つのパラメータが必要であるが、表-9では、それぞれ $T_{d1}, \alpha_1, \beta_m$ の欄に記載した。 n が $4 \sim 11$ の場合には、記録パルス分割方法 (III-A) において、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1} + \alpha_1' = 2$, $\beta_1 + \alpha_2 = \beta_{m-1} + \alpha_m = 2$, $\alpha_1 = \alpha_m = \alpha_c$, Δ_m は m によらず一定とした。したがって、表-9では、 $T_{d1}, \beta_1, \beta_{m-1}, \beta_m$,

α_m も含めて 10 個のパラメータを記載しているが、独立パラメータは $\alpha_1, \alpha_c, \Delta_{m-1}, \Delta_m, \Delta_m'$ の 5 個である。また、 $n = 4$ の場合には、 $\beta_1 = \beta_{m-1} = \beta_c, \alpha_2 = \alpha_m = \alpha_c, \beta_2 = \beta_m$ である。 $n = 5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta_c + \Delta_m - 1, \alpha_2 = \alpha_c + \Delta_m, \beta_2' = \beta_m'$ である。

表—9

記録方式	Td	α_1	β_1	α_c	β_{m-1}	Δm^{-1}	α_m	Δm	β_m	$\Delta m'$
CD1-2 c n=3	0.9	1.4								0.85
n=4~11	1	1	1.1	0.9	1.1	0.35	0.9	0.5	0.4	0
CD2-2 d n=3	1.65	0.5								1.9
n=4~11	1.65	0.35	1.65	0.35	1.65	0.25	0.35	0.15	1	0.55

オーバーライト特性の評価結果を24倍速の（記録方式CD1-2c）と、8倍速の（記録方式CD2-2c）について図44に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は、24倍速の（記録方式CD1-2c）は0.27、8倍速の（記録方式CD2-2d）は0.27で一定とした。（記録方式CD1-2c）では、 P_w を26mW程度から38mW程度まで2mW刻みで変化させた。（記録方式CD2-2d）では、 P_w を26mW程度から36mW程度まで2mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定の値0.8mWとしている。

各図において、それぞれ（a）3Tマーク長ジッタ、（b）3Tスペース長ジッタ、（c）変調度 m_{11} 、（d） R_{top} 、の P_w 依存性を表す。

最適記録パワーは24倍速記録の（記録方式CD1-2c）では28-32mW付近、8倍速記録の（記録方式CD2-2d）では28-32mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価した。

図44の（a）、（b）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35（nsec）を示す。いずれの線速においても35nsec以下の良好なジッタ値が得られている。

図44の（c）、（d）から、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%~80%（0.6~0.8）、 R_{top} は15~25%の値が得られている。

また、最適記録パワー付近においては、3T~11Tのマーク長及びスペース長において、基準クロック周期Tの±10%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。

以上まとめると、8、24倍速においては良好な記録特性が得られており、再生信号は、既存のCDドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においても記録パルス分割方法を本発明のごとく可変とすることによって良好な特性がえられる。

次に、24倍速の（記録方式CD1-2c）、8倍速における（記録方式CD2-2d）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を記す。それぞれ、 $P_w/P_e = 30\text{mW}/8\text{mW}$ で繰返しオーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図45に表す。各図において、（a）が3Tマーク長ジッタ、（b）が3Tスペース長ジッタを示す。図45において、繰り返しオーバーライト回数を対数グラフで表示する都合上、初回記録を1回目オーバーライトとし、

その上に9回オーバーライトした時を10回めオーバーライトというように表している。以下の実施例においても同様に、対数軸上に繰り返しオーバーライト回数を表している。

いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされていた。

さらに、各線速における消去比を測定した。8倍速においては、(記録方式CD2-2d)の3T、11Tのパルスを用い、24倍速においては(記録方式CD1-2c)の3T、11Tのパルスを用いて、3T/11Tオーバーライト消去比を測定した。8倍速、24倍速で3T/11Tオーバーライト消去比は、それぞれ25dB以上となり、それぞれの線速において、十分な消去比が得られている。

また、(記録方式CD1-2c)を用い、24倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタの変化は2nsec程度であり、1倍速再生で35nsec以下であり、反射率R_{t0p}、変調度m₁₁もほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持していた。

(実施例10)

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる下部保護層を90nm、Ge₃In₁₈Sb₇₄Te₅(Te_{0.05}In_{0.18}(Ge_{0.04}Sb_{0.96})_{0.77})からなる記録層を18nm、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる上部保護層を27nm、GeNからなる界面層を3nm、Agからなる反射層を200nm、紫外線硬化樹脂層約4μmをこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。なお、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀の意味は、ZnSを80mol%、SiO₂を20mol%で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることしめす。また、Ge₃In₁₈Sb₇₄Te₅における組成比は原子数比である。以下の実施例においても同様である。

このAg反射層の体積抵抗率ρ_vは約24nΩ·m、面積抵抗率ρ_sは約0.12Ω/□であった。初期化は、長軸約75μm、短軸約1.0μmの橢円形スポット形状を有する波長約810nmのレーザーダイオード光を短軸方向に、線速

約 1.2 m/s で走査して行なった。照射パワーは約 9.50 mW である。

このディスクに、NA = 0.50 のテスター 2 を用いて、表-10 に示したような記録方式を用いて、8, 16, 24, 32 倍速にて、E FM 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

32 倍速における本記録パルス分割方法は、(記録方式 1-2) の例であり、(記録方式 CD 1-2 d) と称する。また、8, 16, 24 倍速における本記録パルス分割方法は、(記録方式 2-2) の例であり、(記録方式 CD 2-2 e) と称する。

表-10において、上記、記録方式は $n = 3$ の場合と n が 4~11 の場合とに分けて記載した。 $n = 3$ の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の 3 つのパラメータが必要であるが、表-10 では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載した。 n が 4~11 の場合には、 T_{d1} 、 α_1 、 α_1' 、 $\alpha_i = \alpha c$ ($i = 2 \sim m$)、 $\alpha_i' = \alpha c$ ($i = 2 \sim m-1$)、は n によらず一定とし、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{1-1} + \alpha_1 = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{1-1}' + \alpha_1' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$) とした。よって、 $\beta_i = 2 - \alpha c$ ($i = 2 \sim m-1$)、 $\beta_i' = 2 - \alpha c$ ($i = 2 \sim m-2$) となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' は m によらず一定とした。 $n = 4 \sim 11$ (2 以上の m) に関しては、独立パラメータは、 α_1 、 αc 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' である。

尚、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) においては、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' を、それぞれ、 $m = 3$ の場合における α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする。従って、 $n = 4$ の場合には、 $\beta_2 = \beta_m$ とする。 $n = 5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m + \Delta_m'$ とする。

表-10 の各記録方式は、CAV 記録等、広範囲の線速度でのオーバーライトに適用される本発明記録パルス分割方式 (VI-A) の例でもあり、かつ、32 倍速で $\alpha_1 \neq \alpha c$ となっている点を除けば記録パルス分割方式 (VI-B) と同等である。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は一定とし P_w を 2.9 mW 程度から 4.0 mW 程度まで 1 mW 刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバ

202

ーライト特性を評価した。いずれも10回オーバーライト後の値で評価した。バイアスパワー P_b はほぼ0mWの一定値をとり、 P_e / P_w は0.27で一定とした。概ねジッター値が最小となるような記録パワーとして P_w_0 を表10に示す。

表-10

記録方式	倍速	Td1	α_1	α_c	Δm^{-1}	Δm	β_m	$\Delta m'$	P_{wo}	P_e/P_w
CD2-2e	8 3	1.90	0.40	-	-	-	-	2.20	-	-
	4~11	1.75	0.25	0.25	0.20	0.05	1.50	0.65	35	0.27
	16 3	1.50	0.90	-	-	-	1.60	-	-	-
	4~11	1.50	0.50	0.50	0.20	0.20	1.00	0.45	35	0.27
	24 3	1.25	1.20	-	-	-	1.10	-	-	-
	4~11	1.25	0.75	0.75	0.30	0.45	0.80	0.00	35	0.27
CD1-2d	32 3	0.94	1.63	-	-	-	0.25	-	-	-
	4~11	1.00	0.94	0.19	0.44	0.38	0.00	35	35	0.27

図46は、8, 16, 24, 32倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} を示す。いずれの線速においても、概ね $Pw_0 \pm 1\text{mW}$ の範囲において、1倍速再生でのマーク長及びスペース長に関して35nsec以下の良好なジッター値が得られた。同様にすべてのマーク長及びスペース長ジッタに関して、35nsec以下の良好なジッタが得られている。

また、いずれの線速においても、少なくとも概ね $Pw_0 \pm 1\text{mW}$ の範囲においては、変調度 m_{11} は60%~80%(0.6~0.8)、 R_{top} は15~25%、シンメトリー値は±10%以内の値が得られた。 Pw_0 付近においては、3T~11Tのいずれのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期に対して±20%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。

以上まとめると本発明記録媒体及び本発明記録パルス分割方法(VI-A)を適用すれば、8~32倍速の広範囲において、少数のパラメータを可変とする記録パルス分割方法により良好な特性が得られ、再生信号は既存のCDドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においても記録パルス分割方法を本発明のごとく可変とすることによって良好な特性がえられる。

次に、各倍速におけるオーバーライト耐久性の評価を行った。各線速で、表-10に示す Pw_0 及び P_e/Pw 比において、オーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図47に表す。図47において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。

いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされていた。

さらに、各線速における消去比を測定した。8倍速、32倍速においては表-10の記録パルス分割方法の3T、11Tのパルスを用いて、3T/11Tオーバーライト消去比を測定すると、それぞれ25dB以上となり、それぞれの線速において十分な消去比が得られている。

また、表-10の(記録方式CD1-2d)を用い、32倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタの変化は2nsec程度であり、1倍速再生で35nsec以下であり、反射率 R_{top} は、初期値の10%強の低

下を示したが、変調度 m_{11} はほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持していた。

(実施例11)

実施例9のディスクに、NA=0.50のテスター2を用いて、下記の3種類の記録方式にて、24倍速でE FM変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は0.27から、一定とし P_w を2.6mW程度から3.6mW程度まで1mW刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも10回オーバーライト後の値で評価した。バイアスパワー P_b はほぼゼロの一定値とした。

(記録方式CD1-2e)

この記録方式は記録パルス分割方法(I II-A)における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

m が3以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_1 T$ における α'_1 及び β'_1 を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha'_1 = 2,$$

$$\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta'_{m-1} + \alpha'_m = 2.85, \text{ただし, } \beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m,$$

$$\beta'_m = \beta_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1, \alpha_1 = \alpha'_1 = 1, \alpha_i = \alpha'_i = \alpha_c = 0.9$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.1, \Delta_{m-1} = 0.35$,

$\Delta_m = 0.5$ 、 $\Delta_{mm} = 0.85$ 、 $\alpha_m = 0.9$ 、 $\beta_m = 0.4$ 、 $\Delta_m' = 0$ で、2以上のmに対しては一定である。

ただし、 $m=2$ の場合の β_1 、 α_2 、 β_2 、 β_1' 、 α_2' 、 β_2' は、それぞれ、 m が3以上の場合の、 β_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 β_{m-1}' 、 α_m' 、 β_m' とみなす。すなわち、4Tマークに対しては、 $\beta_1 = 1.0$ 、 $\alpha_2 = 0.9$ 、 $\beta_m = 0.4$ とし、5Tマークに対しては、 $\beta_1' = 1.45$ 、 $\alpha_2' = 1.4$ 、 $\beta_m' = 0.4$ とした。

$m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.0$ 、 $\alpha_1' = 1.4$ 、 $\beta_1' = 0.85$ とした。

なお、記録方式での T_{d1} 、 α_1 、 β_1 等を表-11にまとめて示す。

表-11において、記録パルス分割方式は $n=3$ の場合と n が4～11の場合とに分けて記載した。 $n=3$ の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-11では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載した。 n が4～11の場合には、記録パルス分割方法(I III-A)において、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1} + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = \beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_m = \alpha_c$ 、 Δ_m は m によらず一定とした。したがって、表-11では、 T_{d1} 、 β_1 、 β_{m-1} 、 β_m 、 α_m も含めて10個のパラメータを記載しているが、独立パラメータは α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' の5個である。また、 $n=4$ の場合には、 $\beta_1 = \beta_{m-1} = \beta_c$ 、 $\alpha_2 = \alpha_m = \alpha_c$ 、 $\beta_2 = \beta_m$ である。 $n=5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m'$ である。

表-11

記録方式	Td1	α_1	β_1	α_c	$\beta_{m=1}$	$\Delta_{m=1}$	α_m	Δ_m	β_m	Δ_m'
CD1-2e	n=3	1	1.4							0.85
	n=4~11	1	1	1.1	0.9	1.1	0.35	0.9	0.5	0.4

(比較記録パルス分割方法 I)

この記録パルス分割方法は、本発明記録パルス分割方法（I I - A）に類似しているものの、 $\alpha_m = \alpha_m'$ 、すなわち $\Delta_m = 0$ としている点が、本発明記録方式とは異なる。具体的には、

(比較記録方式 C D 1)

m が3以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i' T$ における α_i' 及び β_i' を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.45 \text{ ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.45 \text{ ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m,$$

$\beta_m' = \beta_m$ とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1 = 1.1$ 、 $\Delta_1 = 0.45$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.9$ ($i = 2 \sim m-1$ の*i*に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.1$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.45$ 、 $\Delta_m = 0$ 、 $\Delta_{mm} = 0.45$ 、 $\alpha_m = 0.9$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0.4$ 、 $\Delta_m' = 0$ で、3以上の*m*に対しては一定である。

また、 $m=2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 1$ 、 $\alpha_1 = 1$ 、 $\beta_1 = 1.1$ 、 $\alpha_2 = \alpha_m = 0.9$ 、 $\beta_m = 0.4$ とし、

5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1' = 1.45$ 、 $\alpha_2' = \alpha_m' = 0.9$ 、 $\beta_m' = 0.4$ とした。

$m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1' = 1.4$ 、 $\beta_1' = 0.85$ とした。

なお、(比較記録方式 C D 1)での T_{d1} 、 α_1 、 β_1 等を表-12にまとめて

示す。mが3以上の場合に関しては、記録パルス分割方法（I I）における、10個のパラメータ（ T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m ）及び、n=3，4，5における T_{d1} 、 α_1 、 β_1 を記載した。ただし、n=3の場合の（ T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' ）は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 の項に記載した。n=4の場合の（ T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2 ）及び、n=5の場合の（ T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' 、 α_2 、 β_2' ）は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m の欄に記載した。ここで、 $\Delta_m = 0$ である点が、本発明記録方法とは異なる。

表-12

記録方式	Td1	$\alpha \cdot 1$	$\beta \cdot 1$	$\Delta 1$	α_c	βm^{-1}	Δm^{-1}	αm	Δm	βm
比較記録方式	3	1	1	0.45	0.9	1.1	0.45	0.9	0	0.4
n=5	1	1	1.45					1.4		0.4
n=4	1	1	1.1					0.9		0.4
n=3	1	1.4	0.85							

(比較記録パルス分割方法 I I)

この比較記録パルス分割方法は本発明記録パルス分割方法 (I I I - A)において、mが3以上の同一のmにおける偶数長マークと奇数長のマークとの1Tのマーク長差を Δ_m のみ ($\alpha_m \neq \alpha_m'$ のみ) で付与しようとしている点が異なる。具体的には、

(比較記録方式 C D 2)

mが3以上の場合の、偶数マーク長、nT = 2mTに対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが3以上の場合の奇数マーク長、nT = (2m+1)Tに対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1' T$ における α_1' 及び β_1' を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2. 6 \text{ ただし、} \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

$$\beta_m' = \beta_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1 = 1. 1$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0. 9$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1. 1$ 、 $\Delta_{m-1} = 0$ 、 $\Delta_m = 0. 6$ 、 $\Delta_{mm} = 0. 6$ 、 $\alpha_m = 0. 9$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0. 4$ 、 $\Delta_m' = 0$ で、3以上のmに対しては一定である。

ただし、m=2の場合の β_1 、 α_2 、 β_2 、 β_1' 、 α_2' 、 β_2' は、それぞれ、mが3以上の場合の、 β_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 β_{m-1}' 、 α_m' 、 β_m' とみなす。すなわち、4Tマークに対しては、 $\beta_1 = 1. 1$ 、 $\alpha_2 = 0. 9$ 、 $\beta_m = 0. 4$ とし、5Tマークに対しては、 $\beta_1' = 1. 1$ 、 $\alpha_2' = 1. 5$ 、 $\beta_m' = 0. 4$ とした。

$m = 1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1. 0$ 、 $\alpha_1' = 1. 4$ 、

$\beta_1' = 0.85$ とした。

なお、記録方式での T_{d1} 、 α_1 、 β_1 等を表-13にまとめて示す。

表-13において、記録パルス分割方式は $n=3$ の場合と n が4～11の場合とに分けて記載した。 $n=3$ の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-13では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載した。

また、 $n=4$ の場合には、 $\beta_1=\beta_{m-1}=\beta_c$ 、 $\alpha_2=\alpha_m=\alpha_c$ 、 $\beta_2=\beta_m$ である。 $n=5$ の場合には、 $\beta_1'=\beta_c+\Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2=\alpha_c+\Delta_m$ 、 $\beta_2'=\beta_m'$ である。

表一

オーバーライト特性の評価結果を（記録方式CD1-2e）、（比較記録方式CD1）、（比較記録方式CD2）について図48に示す。

図48には、（a）3Tマーク長ジッタ、（b）3Tスペース長ジッタ、（c）変調度 m_{11} 、（d） R_{top} 、の P_w 依存性がそれぞれ示されている。

最適記録パワーは（記録方式CD1-2e）では28-33mW付近、（比較記録方式CD1）では29-33mW付近、（比較記録方式CD2）では29-34mW付近となり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価される。

図48の（a）、（b）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ規格上限値=35（nsec）を示す。いずれの場合も35nsec以下の良好なジッタ値が得られている。

図48の（c）、（d）から、いずれの場合も変調度 m_{11} は60%~80%（0.6~0.8）、 R_{top} は15~25%の値が得られている。

また、最適記録パワー付近においては、いずれの場合も3T~11Tのマーク長及びスペース長において、基準クロック周期に対して±20%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。

しかしながら、（比較記録方式CD1）及び（比較記録方式CD2）の3Tスペースジッタの値は、（記録方式CD1-2e）の3Tスペースジッタの値よりやや高くなった。

次に、（記録方式CD1-2e）、（比較記録方式CD1）、（比較記録方式CD2）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を図49に表す。繰り返しオーバーライト特性の評価においては、（記録方式CD1-2e）の P_w/P_e は $P_w/P_e = 30\text{mW}/8\text{mW}$ とし、（比較記録方式CD1）の P_w/P_e は $P_w/P_e = 31\text{mW}/8.4\text{mW}$ とし、（比較記録方式CD2）の P_w/P_e は $P_w/P_e = 31\text{mW}/8.4\text{mW}$ とした。

図49において、（a）が3Tマーク長ジッタ、（b）が3Tスペース長ジッタを示す。図49において、繰り返しオーバーライト回数を対数グラフで表示する都合上、初回記録を1回目オーバーライトとし、その上に9回オーバーライトした時を10回めオーバーライトというように表している。

図49（a）、（b）より、（記録方式CD1-2e）で記録を行うと、10

00回オーバーライト後もジッタ値は35 nsec以下となる一方で、（比較記録方式CD1）及び（比較記録方式CD2）で記録を行うと、1000回オーバーライト後のスペース長のジッタ値が35 nsを上回る結果となった。

（実施例12）

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を95 nm、 $Ge_{16}Sb_{64}Sn_{20}$ $(Sn_{0.2}(Ge_{0.2}Sb_{0.8})_{0.8})$ からなる記録層を15 nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を30 nm、Taからなる界面層を4 nm、Agからなる反射層を210 nm、紫外線硬化樹脂層約4 μmをこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。なお、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ の意味は、ZnSを80 mol %、SiO₂を20 mol %で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることをしめす。また、 $Ge_{16}Sb_{64}Sn_{20}$ における組成比は原子数比である。以下の実施例においても同様である。

このAg反射層の体積抵抗率 ρ_v は約27 nΩ・m、面積抵抗率 ρ_s は約0.13 Ω/□であった。初期化は、長軸約75 μm、短軸約1.0 μmの楕円形スポット形状を有する波長約810 nmのレーザーダイオード光を短軸方向に、線速約12 m/sで走査して行なった。照射パワーは約950 mWである。

このディスクに、NA=0.50のテスター2を用いて、実施例10の3つの記録方式、すなわち（記録方式CD1-2e）、（比較記録方式CD1）、（比較記録方式CD2）により24倍速でEFM変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は一定とし P_w を26 mW程度から40 mW程度まで1 mW刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも10回オーバーライト後の値で評価した。バイアスパワー P_b はほぼゼロで一定とした。

（記録方式CD1-2e）、（比較記録方式CD1）、（比較記録方式CD2）のそれぞれの記録方式で記録を行った場合のオーバーライト特性の評価結果を図50に示す。

図50の(a)～(d)は、それぞれ(a) 3 Tマーク長ジッタ、(b) 3 T

スペース長ジッタ、(c) 変調度 m_{11} 、(d) R_{top} の P_w 依存性を表す。

最適記録パワーは(記録方式 CD 1 - 2 e)では 29 - 37 mW 付近、(比較記録方式 CD 1)では 30 - 37 mW 付近、(比較記録方式 CD 2)では 35 - 37 mW 付近となり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価される。

図 50 の(c)、(d)から、いずれの場合も変調度 m_{11} は 60% ~ 80% (0.6 ~ 0.8)、 R_{top} は 15 ~ 25% の値が得られている。

また、最適記録パワー付近においては、いずれの場合も 3 T ~ 11 T のマーク長及びスペース長において、±10% 程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は ±10% 以内の値が得られた。

図 50 の(b)のからわかるように、(記録方式 1 - 2 e)で記録を行うと、3 T スペースジッタは 35 nsec 以下と良好である。しかしながら、(記録方式 CD 1 - 2 e)で記録を行う場合と比較して、(比較記録方式 CD 1)及び(比較記録方式 CD 2)で記録を行うと、3 T スペース長ジッタが高くなることがわかる。特に(比較記録方式 CD 2)では、3 T スペース長ジッタは、全ての P_w において 35 nsec よりも大きくなつた。

次に、(記録方式 CD 1 - 2 e)、(比較記録方式 CD 1)を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を図 51 に表す。オーバーライト耐久性の測定においては、(記録方式 CD 1 - 2 e)で記録を行う場合は $P_w / P_e = 33 \text{ mW} / 9 \text{ mW}$ とし、(比較記録方式 CD 1)で記録を行う場合は $P_w / P_e = 33 \text{ mW} / 9 \text{ mW}$ とした。なお、(比較記録方式 CD 2)では、初期のジッタ特性がそもそも良くないので、オーバーライト耐久性評価は行わなかつた。

図 51において、(a) が 3 T マーク長ジッタ、(b) が 3 T スペース長ジッタを示す。図 51において、繰り返しオーバーライト回数を対数グラフで表示する都合上、初回記録を 1 回目オーバーライトとし、その上に 9 回オーバーライトした時を 10 回めオーバーライトというように表している。(記録方式 CD 1 - 2 e)で記録を行う場合においては、1000 回というオーバーライト後もジッタ値は 35 nsec 以下であった。一方、(比較記録方式 CD 1)では、全てのオーバーライト回数においてスペース長のジッタ値が、(記録方式 CD 1 - 2 e)で記録を行う場合のスペース長のジッタ値と比較して高くなつた。

以上の結果からも、本発明記録パルス分割方法(I II - A)である(記録方

式 CD 1 – 2 e) の優れた点は明らかである。

この他にも（比較記録方式 CD 1）は、 β_1 と β_1' において差 Δ_1 を付与する。このため、 Δ_1 が基準クロック周期 T と同期しうるような値でない場合（例えば、 Δ_1 が基準クロック周期 T の整数倍（実際上 1 ないしは 2 倍周期まで）でない場合、又は、 Δ_1 が基準クロック周期 T の整数分の 1（実際上、 $1/2T$ あるいは $1/4$ まで）でない場合）は、後続の記録パルスすべてが、基準クロックと同期しなくなるため、記録パルス発生回路の設計が複雑になる。特に、P – C A V や C A V 方式で（比較記録方式 CD 1）を用いようすると、記録パルス発生回路が一層複雑になる。

一方、（比較記録方式 CD 2）は、 α_m と α_m' において Δ_m を付与するのみであるから、記録パルス発生回路は簡便にできる利点はある。しかしながら、本実施例における光記録媒体を 8 倍速や 16 倍速等の低線速度で使用する場合には、（比較記録方式 CD 2）では β_1 及び β_1' を制御しないので、冷却が不十分となり、（記録方式 CD 1 – 2 e）のような本発明記録方法との差は一層顕著になる。すなわち、低線速度において（比較記録方式 CD 2）で記録した場合の記録信号品質は一層悪化するのである。

（実施例 1 3）

実施例 1 2 のディスクに、NA = 0.50 のテスター 2 を用いて、下記の 3 種類の記録パルス分割方法にて、8 倍速から 24 倍速の線速において、E F M 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。下記の 3 種類の記録パルス分割方法は、C A V, P – C A V 等の広範囲の線速でオーバーライトを可能とするための記録パルス分割方法（V I）、（V I – A）、及び（V I – B）のうち、特に、線速に応じて可変とするパラメータの数を少なくし、各線速度ごとに最適パラメータを見出すことを容易にした例である。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は 0.27 一定とし P_w を変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも 10 回オーバーライト後の値で評価した。 P_b はほぼ 0 mW で一定とした。

（記録パルス分割方法 CD – V I – 3）

この記録方式は、記録パルス分割方法（V I – B）の例であるが、 $\Delta_{m-1} = 0$ とし、 Δ_m, Δ_m' のみを各線速度で最適化することで、奇数／偶数長のマーク長

差を付与している。

表-14において、記録パルス分割方式は $n = 3$ の場合と n が $4 \sim 11$ の場合とに分けて記載した。 $n = 3$ の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-14では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載した。 n が $4 \sim 11$ の場合には、 T_{d1} 、 α_1 、 α_1' 、 $\alpha_i = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m$)、及び $\alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$) は、 n によらず一定とし、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$) とした。よって、 $\beta_i = 2 - \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$)、 $\beta_i' = 2 - \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-2$) となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' は m によらず一定とした。ここで、 Δ_{m-1} は、 m および線速によらず、0 としている。 $n = 4 \sim 11$ (2以上の m) に関しては、独立パラメータは、 α_1 、 α_c 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' である。

尚、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) においては、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' を、それぞれ、 $m = 3$ の場合における α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする。従って、 $n = 4$ の場合には、 $\beta_2 = \beta_m$ とする。 $n = 5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta_c$ 、 $\alpha_2 = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m + \Delta_m$ とする。

概ねジッター値が最小となるような記録パワーとして P_{W_0} を表-14に示す。

表 - 14

倍速	Td1	α_1	α_c	Δm^{-1}	Δm	β_m	$\Delta m'$	P_{wo}	P_e/P_w
8/3	1.65	0.50	—	—	—	2.05	—	—	0.27
4~11	1.65	0.35	0.35	0.00	0.25	1.15	0.75	32	0.27
16/3	1.30	1.15	—	—	—	1.30	—	—	0.27
4~11	1.35	0.65	0.65	0.00	0.35	0.75	0.70	32	0.27
24/3	1.00	1.40	—	—	—	0.85	—	—	0.27
4~11	1.00	1.00	0.90	0.00	0.75	0.40	0.20	33	0.27

図52に、8, 16, 24倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} 、を示す。いずれの線速においても、概ね $Pw_0 \pm 1mW$ の範囲において、1倍速再生でのマーク長及びスペース長に関して35nsec以下の良好なジッター値が得られた。同様にすべてのマーク長及びスペース長ジッタに関して、35nsec以下の良好なジッタが得られている。

また、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%~80%(0.60~0.8)、 R_{top} は15~25%、アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。 Pw_0 付近においては、3T~11Tのいずれのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期Tに対して、±20%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。

以上まとめると本発明記録媒体及び(記録パルス分割方法CD-VI-3)は、8~24倍速の広範囲において、少数のパラメータを可変とする記録パルス分割方式により良好な特性がえられ、再生信号は既存のCDドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においても記録パルス分割方法を本発明のごとく可変とすることによって良好な特性がえられる。

次に、各倍速におけるオーバーライト耐久性の評価を行った。各線速で、表-14に示す Pw_0 及び P_e/Pw 比において、オーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図53に表す。図53において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。

いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされていた。

(記録パルス分割方法CD-VI-4)

この記録方式は、記録パルス分割方法(VI-B)の例であるが、 $\Delta_m' = 0$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m のみを各線速度で最適化することで、奇数/偶数長のマーク長差を付与している。

具体的には、8, 16, 24倍速にてオーバーライトを行った。

表-15において、記録パルス分割方式は $n=3$ の場合と n が4~11の場合とに分けて記載した。 $n=3$ の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-15では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載し

た。nが4～11の場合には、 T_{d_1} 、 α_1 、 α_1' 、 $\alpha_i = \alpha c$ ($i = 2 \sim m$)、及び $\alpha_i' = \alpha c$ ($i = 2 \sim m-1$)は、nによらず一定とし、 $T_{d_1} + \alpha_1 = T_{d_1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$)とした。よって、 $\beta_i = 2 - \alpha c$ ($i = 2 \sim m-1$)、 $\beta_i' = 2 - \alpha c$ ($i = 2 \sim m-2$)となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' はmによらず一定とした。ここで、 Δ_m' は、mおよび線速によらず、0としている。n=4～11 (2以上のm)に関しては、独立パラメータは、 α_1 、 αc 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m である。

尚、m=2 (n=4、5)においては、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' を、それぞれ、m=3の場合における α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする。従って、n=4の場合には、 $\beta_2 = \beta_m$ とする。n=5の場合には、 $\beta_1' = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m$ とする。

概ねジッター値が最小となるような記録パワーとして P_{W_0} を表-15に示す。

表 - 15

倍速	Td1	α_1	α_c	$\Delta m-1$	Δm	βm	$\Delta m'$	Pwo	Pe/Pw
8 3	1.65	0.50	—	—	—	2.05	—	—	0.27
4~11	1.65	0.35	0.35	0.75	0.25	1.15	0.00	32	0.27
16 3	1.30	1.15	—	—	—	1.30	—	—	0.27
4~11	1.35	0.65	0.65	0.60	0.35	0.75	0.00	32	0.27
24 3	1.00	1.40	—	—	—	0.85	—	—	0.27
4~11	1.00	1.00	0.90	0.10	0.75	0.40	0.00	33	0.27

図54に、8, 16, 24倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) $R_{t_{op}}$ を示す。いずれの線速においても、概ね $Pw_0 \pm 1mW$ の範囲において、1倍速再生でのマーク長及びスペース長に関して35nsec以下の良好なジッター値が得られた。同様にすべてのマーク長及びスペース長ジッタに関して、35nsec以下の良好なジッタが得られている。

また、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%~80%(0.6~0.8)、 $R_{t_{op}}$ は15~25%、アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。 Pw_0 付近においては、3T~11Tのいずれのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期Tに対して±20%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。

以上まとめると本発明記録媒体及び(記録パルス分割方法CD-VI-4)を適用すれば、8~24倍速の広範囲において、少数のパラメータを可変とする記録パルス分割方式により良好な特性がえられ、再生信号は既存のCDドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においても記録パルス分割方法を本発明のごとく可変とすることによって良好な特性がえられる。

次に、各倍速におけるオーバーライト耐久性の評価を行った。各線速で、表-15に示す Pw_0 及び P_e/Pw 比において、オーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図55に表す。図55において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。

いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされていた。

(記録パルス分割方法CD-VI-5)

この記録方式は、記録パルス分割方法(VI-B)の例であるが、 $\Delta = \Delta_{m-1} = \Delta_m$ とし、 Δ 、 Δ_m' のみを各線速度で最適化することで、奇数/偶数長のマーク長差を付与している。

具体的には、8, 16, 24倍速にてオーバーライトを行った。

表-16において、記録パルス分割方式は $n=3$ の場合と n が4~11の場合とに分けて記載した。 $n=3$ の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-16では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載し

た。nが4～11の場合には、 T_{d1} 、 α_1 、 α_1' 、 $\alpha_i = \alpha c$ ($i = 2 \sim m$)、及び $\alpha_i' = \alpha c$ ($i = 2 \sim m-1$)は、nによらず一定とし、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$)とした。よって、 $\beta_i = 2 - \alpha c$ ($i = 2 \sim m-1$)、 $\beta_1' = 2 - \alpha c$ ($i = 2 \sim m-2$)となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' はmによらず一定とした。ここで、mおよび線速によらず $\Delta_{m-1} = \Delta_m$ 、である。n=4～11(2以上のm)に関しては、独立パラメータは、 α_1 、 αc 、 $\Delta_{m-1} = \Delta_m$ 、 β_m 、 Δ_m' である。

尚、m=2 (n=4、5)においては、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' を、それぞれ、m=3の場合における α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする。従って、n=4の場合には、 $\beta_2 = \beta_m$ とする。n=5の場合には、 $\beta_1' = \beta c + \Delta_m$ 、 $\alpha_2 = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m + \Delta_m'$ とする。n=4～11(2以上のm)に関しては、独立パラメータは、 α_1 、 αc 、 $\Delta_{m-1} = \Delta_m$ 、 β_m 、 Δ_m' である。

概ねジッター値が最小となるような記録パワーとしてPw₀を表-16に示す。

表 - 16

倍速		Td1	α_1	α_c	$\Delta m-1$	Δn	β_m	$\Delta m'$	P_{wo}	P_e/P_w
8	3	1.65	0.50	—	—	—	2.05	—	—	0.27
4~11	1.65	0.35	0.35	0.25	0.25	1.15	0.55	32	0.27	
16	3	1.30	1.15	—	—	1.30	—	—	0.27	
4~11	1.35	0.65	0.65	0.30	0.30	0.75	0.40	32	0.27	
24	3	0.95	1.40	—	—	—	0.85	—	—	0.27
4~11	1.00	1.00	0.90	0.40	0.40	0.40	0.00	32	0.27	

図56に、8, 16, 24倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) $R_{t_{op}}$ を示す。いずれの線速においても、概ね $Pw_0 \pm 1\text{mW}$ の範囲において、1倍速再生でのマーク長及びスペース長に関して35nsec以下の良好なジッター値が得られた。同様にすべてのマーク長及びスペース長ジッタに関して、35nsec以下の良好なジッタが得られている。

また、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%～80%(0.6～0.8)、 $R_{t_{op}}$ は15～25%、アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。 Pw_0 付近においては、3T～11Tのいずれのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期Tに対して±20%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。

以上まとめると本発明記録媒体及び(記録パルス分割方法CD-VI-5)を適用すれば、8～24倍速の広範囲において、少数のパラメータを可変とする記録パルス分割方式により良好な特性がえられ、再生信号は既存のCDドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においても記録パルス分割方法を本発明のごとく可変とすることによって良好な特性がえられる。

次に、各倍速におけるオーバーライト耐久性の評価を行った。各線速で、表-16に示す Pw_0 及び P_e/Pw 比において、オーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図57に表す。図57において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。

いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされていた。

(実施例14)

上記基本例において、下記のようにして2種類のディスクを製造し記録を行なった。

(実施例14 (a) のディスク)

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を80nm、 $Ge_{16.5}Sb_{63}Sn_{20.5}(Sn_{0.21}(Ge_{0.2}Sb_{0.8})_{0.79})$ からなる記録層を15nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を30nm、 GeN からなる界面層を3nm、 $Al_{99.5}Ta_{0.5}$ からなる反射層を200nm、

紫外線硬化樹脂層約 $4 \mu\text{m}$ をこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。なお、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ の意味は、 ZnS を 80 mol\% 、 SiO_2 を 20 mol\% で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることしめす。また、 $\text{Ge}_{16.5}\text{Sb}_{63}\text{Sn}_{20.5}$ における組成比は原子数比である。以下の実施例においても同様である。

この $\text{Al}_{99.5}\text{Ta}_{0.5}$ 反射層の体積抵抗率 ρ_v は約 $80\text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ 、面積抵抗率 ρ_s は約 $0.4\Omega/\square$ であった。

(実施例 14 (b) のディスク)

基板上に、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ からなる下部保護層を 82 nm 、 $\text{Ge}_{16.5}\text{Sb}_{63}\text{Sn}_{20.5}(\text{Sn}_{0.21}(\text{Ge}_{0.2}\text{Sb}_{0.8})_{0.79})$ からなる記録層を 15 nm 、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ からなる上部保護層を 27 nm 、 Ta からなる界面層を 3 nm 、 Ag からなる反射層を 200 nm 、紫外線硬化樹脂層約 $4 \mu\text{m}$ をこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。なお、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ の意味は、 ZnS を 80 mol\% 、 SiO_2 を 20 mol\% で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることしめす。また、 $\text{Ge}_{16.5}\text{Sb}_{63}\text{Sn}_{20.5}$ における組成比は原子数比である。以下の実施例においても同様である。

この Ag 反射層の体積抵抗率 ρ_v は約 $24\text{ n}\Omega\cdot\text{m}$ 、面積抵抗率 ρ_s は約 $0.12\Omega/\square$ であった。

実施例 14 (a) のディスク及び 14-(b) のディスクの初期化は、ともに長軸約 $75 \mu\text{m}$ 、短軸約 $1.0 \mu\text{m}$ の橢円形スポット形状を有する波長約 810 nm のレーザーダイオード光を短軸方向に、線速約 12 m/s で走査して行なった。照射パワーは約 850 mW である。

これらディスクに、 $\text{NA}=0.50$ のテスター 2 を用いて、表-17に示す、下記の(記録方式 1-2 f)にて 24 倍速で、(記録方式 2-2 f)にて 8 倍速で、E FM 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は 0.27 一定とし P_w を変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも 10 回オーバーライト後の値で評価した。 P_b はほぼ 0 mW で一定とした。

(記録方式 CD 1-2 f)

この記録方式は、記録方式 C D 1 - 2 の例であり、記録パルス分割方法（I I I - A）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。具体的には、8，24倍速にてオーバーライトを行った。

表-17において、記録パルス分割方式は $n = 3$ の場合と n が $4 \sim 11$ の場合とに分けて記載した。 $n = 3$ の場合には、 T_{d_1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-17では、それぞれ T_{d_1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載した。 n が $4 \sim 11$ の場合には、 T_{d_1} 、 α_1 、 α_1' 、 $\alpha_i = \alpha c$ ($i = 2 \sim m$)、及び $\alpha_i' = \alpha c$ ($i = 2 \sim m-1$) は、 n によらず一定とし、 $T_{d_1} + \alpha_1 = T_{d_1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$) とした。よって、 $\beta_1 = 2 - \alpha c$ ($i = 2 \sim m-1$)、 $\beta_1' = 2 - \alpha c$ ($i = 2 \sim m-2$) となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' は m によらず一定とした。 $n = 4 \sim 11$ (2以上の m) に関しては、独立パラメータは、 α_1 、 αc 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' である。

尚、 $m = 2$ ($n = 4, 5$)においては、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' を、それぞれ、 $m = 3$ の場合における α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする。従って、 $n = 4$ の場合には、 $\beta_2 = \beta_m$ とする。 $n = 5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m + \Delta_m'$ とする。

概ねジッター値が最小となるような記録パワー P_{W_0} を表-17に示す。

表-17

記録方式	倍速	Td1	α_1	α_c	Δm^{-1}	Δm	β_m	$\Delta m'$	P_{wo} 実施例	P_e/P_w
記録方式	8 3	1.65	0.50	-	-	-	2.05	-	-	-
CD2-2f	4~11	1.65	0.35	0.35	0.25	0.15	1.15	0.55	28	32
記録方式	24 3	1.00	1.40	-	-	-	0.85	-	-	0.27
CD1-2f	4~11	1.00	0.90	0.90	0.35	0.50	0.40	0.00	32	32

図58に、24倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} 、を示す。また、図59に、8倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} 、を示す。

図59に、8倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} 、を示す。また、図59に、8倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} 、を示す。

実施例14(a)、実施例14(b)のどちらのディスクもにおいても、概ね $Pw_0 \pm 1 mW$ の範囲において、1倍速再生でのマーク長及びスペース長に関して35nsec以下の良好なジッター値が得られた。同様にすべてのマーク長及びスペース長ジッタに関して、35nsec以下の良好なジッタが得られている。ただし、実施例14(b)のほうが、ジッター値の低い記録パワー Pw の範囲が広く、記録パワーに対してマージンのあるサンプルといえる。特に図59の8倍速のデータにおいて、パワーマージンの差がみられている(図59(a)、(b)参照)。

また、実施例14(a)、実施例14(b)のどちらのディスクにおいても、各線速の概ね Pw_0 以上の領域で、変調度 m_{11} は60%~80%(0.6~0.8)が得られた。

さらに、実施例14(a)、実施例14(b)のどちらのディスクにおいても、 R_{top} は15~25%、アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。 Pw_0 付近においては、3T~11Tのいずれのマーク長及びスペース長においても、±20%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。

以上まとめると本発明記録媒体及び(記録方式CD1-2f)及び(記録方式CD2-2f)を適用すれば、実施例14(a)、14(b)のどちらのディスクにおいても8倍速、24倍速の広範囲において、少數のパラメータを可変とする記録パルス分割方式により良好な特性がえられ、再生信号は既存のCDドライブで再生可能な品質であるが、特に、実施例14(b)のディスクのように、反射膜の面積抵抗率を0.2Ω/シート以下とするほうが、広い線速度範囲において、広い記録パワーマージンが得られて望ましい。

(実施例 15)

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を 80 nm、 $Ge_6In_{11}Sb_{67}Sn_{12}Te_4$ ($In_{0.11}Sn_{0.12}Te_{0.04}$ ($Ge_{0.08}Sb_{0.92})_{0.73}$) からなる記録層を 17 nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を 28 nm、Ta からなる界面層を 4 nm、Ag からなる反射層を 185 nm、紫外線硬化樹脂層約 4 μ m をこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。なお、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ の意味は、ZnS を 80 mol 1%、SiO₂ を 20 mol 1% で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることしめす。また、 $Ge_6In_{11}Sb_{67}Sn_{12}Te_4$ における組成比は原子数比である。以下の実施例においても同様である。

この Ag 反射層の体積抵抗率 ρ_v は約 27 n $\Omega \cdot m$ 、面積抵抗率 ρ_s は約 0.15 Ω / \square であった。

初期化は、長軸約 75 μ m、短軸約 1.0 μ m の橜円形スポット形状を有する波長約 810 nm のレーザーダイオード光を短軸方向に、線速約 16 m/s で走査して行なった。照射パワーは約 1100 mW である。

このディスクに、NA = 0.50 のテスター 2 を用いて、表-18 に示したような記録方式を用いて、8, 16, 32 倍速にて、E FM 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

32 倍速における本記録パルス分割方法は、(記録方式 1-2) の例であり、(記録方式 CD 1-2 g) と称する。また、16 倍速における本記録パルス分割方法は、(記録方式 2-2) の例であり、(記録方式 CD 2-2 g) と称する。さらに、8 倍速における本記録パルス分割方法は、(記録方式 2-2) の例であり、(記録方式 CD 2-2 h) と称する。

表-18 において、32 倍速における記録方式は、 $n = 3, 4, 5$ と $m \geq 3$ 、すなわち $n = 6 \sim 11$ とに分けて記載した。

$n = 3$ の場合には T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の 3 つのパラメータが必要であるが、表-18 では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載した。 $m = 2$ ($n = 4, 5$) においては、 $n = 4$ の場合の $(T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2)$ 及び、 $n = 5$ の場合の $(T_{d1}', \alpha_1', \beta_1', \alpha_2, \beta_2')$ のパラメータが必要であり、それぞれ、

T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m の欄に記載した。

$m \geq 3$ 、すなわち n が 6 ~ 11 の場合には、 T_{d1} 、 α_1 、 α_1' 、 $\alpha_1 = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m$)、及び $\alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$) は、 n によらず一定とし、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$)とした。よって、 $\beta_i = 2 - \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$)、 $\beta_i' = 2 - \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-2$)となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' は m によらず一定とした。 $n = 6 \sim 11$ (3 以上の m) に関しては、独立パラメータは、 α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' である。

次に、表-18において、8、16倍速における記録方式は、記録方式は $n = 3$ の場合と n が 4 ~ 11 の場合とに分けて記載した。 $n = 3$ の場合には T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の 3 つのパラメータが必要であるが、表-18では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載した。 n が 4 ~ 11 の場合には、 T_{d1} 、 α_1 、 α_1' 、 $\alpha_1 = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m$)、及び $\alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$) は、 n によらず一定とし、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ ($i = 2 \sim m$)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 2 \sim m-1$)とした。よって、 $\beta_i = 2 - \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$)、 $\beta_i' = 2 - \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-2$)となる。さらに、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1} = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m$ とし、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' は m によらず一定とした。 $n = 4 \sim 11$ (2 以上の m) に関しては、独立パラメータは、 α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' である。

尚、 $m = 2$ ($n = 4, 5$)においては、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' を、それぞれ、 $m = 3$ の場合における α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする。従って、 $n = 4$ の場合には、 $\beta_2 = \beta_m$ とする。 $n = 5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m + \Delta_m'$ とする。

表-18の各記録方式は、CAV記録等、広範囲の線速度でのオーバーライトに適用される本発明記録パルス分割方式 (VI-B) の例でもある。

ここで、 $n = 3$ における $\beta_1' = 1.38$ が、 $m = 3$ における $\beta_1' = 1.19 + 0.25 = 1.44$ と約 4 % 程度のすれがあるが、これは、このような高周波

数における装置上のパルス設定の限界に由来するものであり、実質的に（V I – B）で規定された規則性は踏襲されている。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e / P_w は一定とし P_w を3.2mW程度から4.5mW程度まで1mW刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも10回オーバーライト後の値で評価した。バイアスパワー P_b はほぼ0mWの一定値をとり、 P_e / P_w は0.27で一定とした。概ねジッター値が最小となるような記録パワーとして P_w_0 を表-18に示す。

一八

記録方式	倍速	Td1	α_1	β_1	α_c	$\Delta m-1$	α_m	Δm	β_m	$\Delta m'$	Pwo	Pe/Pw
CD2-2h	8	3	1.95	0.35	-	-	-	-	-	2.30	-	-
	4~11	1.80	0.20	-	0.20	0.30	0.20	0.05	1.75	0.50	37	0.27
CD2-2g	16	3	1.75	0.65	-	-	-	-	1.90	-	-	-
	4~11	1.60	0.40	-	0.40	0.30	0.40	0.10	1.40	0.40	38	0.27
CD1-2g	32	n=3	0.81	1.58	-	-	-	-	1.06	-	-	-
	n=4	0.81	1.19	1.19	-	-	0.81	-	0.31	-	-	-
	n=5	0.81	1.19	1.38	-	-	-	1.19	-	0.31	-	-
	m≥3	0.81	1.19	1.19	0.81	0.25	0.81	0.38	0.31	0.00	38	0.27

図60は、8, 16, 32倍速における(a)3Tマーク長ジッタ、(b)3Tスペース長ジッタ、(c)変調度 m_{11} 、(d) R_{top} 、を示す。いずれの線速においても、概ね $Pw_0 \pm 1\text{mW}$ の範囲において、1倍速再生でのマーク長及びスペース長に関して35nsec以下の良好なジッター値が得られた。同様にすべてのマーク長及びスペース長ジッタに関して、35nsec以下の良好なジッタが得られている。

また、いずれの線速においても、変調度 m_{11} は60%~80%(0.6~0.8)、 R_{top} は15~25%、アシンメトリー値は±10%以内の値が得られた。 Pw_0 付近においては、3T~11Tのいずれのマーク長及びスペース長においても、基準クロック周期に対して±20%程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。

以上まとめると本発明記録媒体及び本発明記録パルス分割方法(VI-B)を適用すれば、8~32倍速の広範囲において、少数のパラメータを可変とする記録パルス分割方法により良好な特性がえられ、再生信号は既存のCDドライブで再生可能な品質である。また、この間の線速においても記録パルス分割方法を本発明のごとく可変とすることによって良好な特性がえられる。

次に、各倍速におけるオーバーライト耐久性の評価を行った。各線速で、表-18に示す Pw_0 及び P_e/Pw 比において、オーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図61に表す。図61において、(a)が3Tマーク長ジッタ、(b)が3Tスペース長ジッタを示す。

いずれの線速においてもCD-RWに要求される1000回というオーバーライト耐久性は十分満たされていた。

さらに、各線速における消去比を測定した。8倍速、32倍速においては表-18の記録パルス分割方法の3T、11Tのパルスを用いて、3T/11Tオーバーライト消去比を測定すると、それぞれ25dB以上となり、それぞれの線速において十分な消去比が得られている。

また、表-18の(記録方式CD1-2g)を用い、32倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られていない。ジッタの変化は2nsec程度であり、1倍速再生で35nsec以下であり、反射率 R_{top} は、初期値の10%強の低

下を示したが、変調度 m_{11} はほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持している。

(比較例1)

特開2001-229537号公報において開示されている、オーバーライト可能な最高線速度が10倍速程度であるディスクを製造し、24倍速でのオーバーライト記録を試みた。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を92nm、 $Ge_3In_3Sb_{72}Te_{22}$ $(In_{0.03}Ge_{0.03}(Sb_{0.77}Te_{0.23})_{0.94})$ からなる記録層を13nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を31nm、Al合金からなる反射層を140nm、紫外線硬化樹脂層約4μmをこの順に形成し、書換え型コンパクトディスクを作製した。なお、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ の意味は、ZnSを80mol%、SiO₂を20mol%で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることをめす。また、 $Ge_3In_3Sb_{72}Te_{22}$ における組成比は原子数比である。以下の実施例、比較例においても同様である。

このAl合金反射層の体積抵抗率 ρ_v は62nΩ・m、面積抵抗率 ρ_s は約0.44Ω/□であった。

初期化は、長軸約150μm、短軸約1.0μmの橢円形スポット形状を有する波長約810nmのレーザーダイオード光を短軸方向に、線速約7m/sで走査して行なった。照射パワーは1650mWである。

このディスクに、NA=0.50のテスター2を用いて、24倍速でEM変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は一定の0.43とし、 P_w を1回記録で十分な信号特性のえられた30mW前後の P_w で P_w を変化させ、10回オーバーライト特性を評価した。バイアスパワー P_b は、ほぼゼロで一定値とした。

24倍速記録においての記録方式は、実施例11の(比較記録方式CD1)および(比較記録方式CD2)を適用した。

このディスクの10回オーバーライト記録後における、3Tスペース長ジッタは50ns以上、変調度 m_{11} は30%(0.3)程度、 R_{top} は8%程度の値で

あり、24倍速においては良好な記録特性が得られなかった。再生信号は、既存のCDドライブで再生不可能な品質である。

本比較例のディスクは、そもそもSb/Te比が4.5以下であり、結晶化速度が遅く消去性能が不十分であり、24倍速という高線速度では、オーバーライトが不可能であるためである。

(比較例2)

特開2001-331936号公報において開示されているようなオーバーライト可能な最高線速度が16倍速程度であるディスクに24倍速でのオーバーライトを試みる。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を70nm、 $Ge_7Sb_{78}Te_{15}(Ge_{0.07}(Sb_{0.84}Te_{0.16})_{0.93})$ からなる記録層を17nm、又は $Ge_7Sb_{79}Te_{14}(Ge_{0.07}(Sb_{0.85}Te_{0.15})_{0.93})$ からなる記録層を17nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を45nm、Al_{99.5}Ta_{0.5}合金反射層を220nm、紫外線硬化樹脂層約4μmをこの順に形成し、書換型コンパクトディスクを作製した。なお、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ の意味は、ZnSを80mol%、SiO₂を20mol%で混合したターゲットを高周波スパッタリング法で作成して得られた膜であることをめす。また、 $Ge_7Sb_{78}Te_{15}$ における組成比は原子数比である。以下の実施例においても同様である。

このAl合金反射層の体積抵抗率ρ_vは100nΩ・m、面積抵抗率ρ_sは約0.45Ω/□であった。

このようにして作製したディスクを2枚用意した。そしてそれぞれのディスクの初期化条件を2通り行った。

1つ目の初期化操作は以下の通りに行った。すなわち、レーザー波長約810nmで、ビーム長軸約108μm×ビーム短軸約1.5μmの橙円形の集束光を用い、この集束光の長軸がディスクの半径方向にそろうように配置して、400～600mWのパワーを照射しつつ線速3～6m/sで操作することにより、ディスクの初期化を行った。さらに、780nm、ピックアップの開口数NA=0.55の評価装置で、サーボをかけて溝と溝間部を1回ずつ9.5mWのDC光で結晶化させ、結晶化レベルのノイズを減らす作業を行った。

2つ目の初期化操作は以下の通りに行った。すなわち、長軸約 $150\text{ }\mu\text{m}$ 、短軸約 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ の橢円形スポット形状を有する波長約 810 nm のレーザーダイオード光を用い、 1450 mW のパワーを照射しつつ短軸方向に線速約 7 m/s で走査して初期化を行った。

これら2つのディスクに、 $\text{NA} = 0.50$ のテスター2を用いて、24倍速でEFM変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価する。尚、 $\text{NA} = 0.55$ としてもほとんど同じ結果となる。

記録方式は、特開2001-331936号公報に開示されているパルス分割方法を用いる。具体的には、特開2001-331936号公報に開示されている図20の方法を用いる。

以下、特開2001-331936号公報と本発明とは、記録方式の記述方法が異なる。従って、以下主に特開2001-331936号公報に沿って、記録方式の記載をする。

T_{d1} 、 T_{d1}' が n によらず一定としている。

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、次に様に設定する。

$$\alpha_1 + \beta_1 = 2,$$

$$\beta_i + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1)$$

$$\alpha_m + \beta_m = 1.6$$

としている。

一方、 m が 3 以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1' T$ における α_1' 及び β_1' を、以下のように設定する。

$$\alpha_1' + \beta_1' = 2.5$$

$$\alpha_i' + \beta_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\alpha_m' + \beta_m' = 2.1$$

としている。

ここで、

$$\alpha_i = \alpha_i' = 0.8 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_i = \beta_i' = 1, 2 \quad (i = 2 \sim m - 1)$$

nが偶数の場合は、

$$\alpha_1 = 0, 8, \beta_1 = 1, 2, \alpha_m = 0, 7, \beta_m = 0, 9,$$

nが奇数の場合は、

$$\alpha_1' = 1, 0, \beta_1' = 1, 5, \alpha_m' = 1, 0, \beta_m' = 1, 1,$$

また、m=2の場合の $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2, \alpha_1', \beta_1', \alpha_2', \beta_2'$ は、それぞれ、mが3以上の場合の $\alpha_1, \beta_1, \alpha_m, \beta_m, \alpha_1', \beta_1', \alpha_m', \beta_m'$ とみなす。すなわち、4Tマークに対しては、 $\alpha_1 = 0, 8, \beta_1 = 1, 2, \alpha_2 = 0, 7, \beta_2 = 0, 9$ とし、5Tマークに対しては、 $\alpha_1' = 1, 0, \beta_1' = 1, 5, \alpha_2' = 1, 0, \beta_2' = 1, 1$ としている。

m=1、すなわち3Tマークに対しては、 $\alpha_1' = 1, 1, \beta_1' = 1, 5$ となっている。

この記録方式において、24倍速において、消去パワーPeは10mW、Pbは0.8mWで各々一定とし、Pwを変化させて、それぞれの記録パワーで10回オーバーライト特性を評価しても、ジッタが35nsec以下となるような良好な特性は得らない。

本比較例のディスクは、Sb/Te比が5.2又は5.6である一方で、Ge量が7%と多くなっているため、結晶化速度が遅く消去性能が不十分であり、24倍速という高線速度では、オーバーライトが不可能であるためである。

(参考例1)

上記、比較例1で用意したオーバーライト可能な最高線速度が10倍速程度であるディスクに、本発明記録方法の一例である、下記の(参考記録方式CD1)により、10倍速でEMF変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。このようなディスク自体は、特開2001-229537号公報において、開示されているが、本発明の記録方法を適用した例は、これまでに開示されていない。

NA=0.50のテスター2を用い、消去パワーPeと記録パワーPwの比Pe/Pwは0.43で一定としPwを16mW程度から24mW程度まで1mW刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも10回オーバーライト後の値で評価した。バイアスパワーPbはほぼゼロの

一定値とした。

(参考記録方式 C D 1)

この記録方式は記録パルス分割方法 (I I I - A) における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

m が3以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_i T$ における α'_i 及び β'_i を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.7, \text{ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

$$\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1, \alpha_1 = \alpha_1' = 1, \alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 1$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1, \Delta_{m-1} = 0.5, \Delta_m = 0.2, \Delta_m = 0.7, \alpha_m = 1, \beta_m = 0.4, \Delta_m' = 0.2$ で、2以上の m に対しては一定である。

ただし、 $m=2$ の場合の $\beta_1, \alpha_2, \beta_2, \beta_1', \alpha_2', \beta_2'$ は、それぞれ、 m が3以上の場合の、 $\beta_{m-1}, \alpha_m, \beta_m, \beta_{m-1}', \alpha_m', \beta_m'$ とみなす。すなわち、4Tマークに対しては、 $\beta_1 = 1.0, \alpha_2 = 1, \beta_m = 0.4$ とし、5Tマークに対しては、 $\beta_1' = 1.5, \alpha_2' = 1.2, \beta_m' = 0.6$ とした。 $m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.85, \alpha_1' = 1.6, \beta_1' = 0.75$ とした。

なお、(参考 C D 記録方式 1) での $T_{d1}, \alpha_1, \beta_1$ 等を表-19にまとめて

示す。

表-19において、記録パルス分割方式は $n = 3$ の場合と n が $4 \sim 11$ の場合とに分けて記載した。 $n = 3$ の場合には、 T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' の3つのパラメータが必要であるが、表-19では、それぞれ T_{d1} 、 α_1 、 β_m の欄に記載した。 n が $4 \sim 11$ の場合には、記録パルス分割方法（III-A）において、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1} + \alpha_1' = 2$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = \beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_m = \alpha_c$ 、 Δ_m は m によらず一定とした。したがって、表-19では、 T_{d1} 、 β_1 、 β_{m-1} 、 β_m 、 α_m も含めて10個のパラメータを記載しているが、独立パラメータは α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 Δ_m' の5個である。また、 $n = 4$ の場合には、 $\beta_1 = \beta_{m-1} = \beta_c$ 、 $\alpha_2 = \alpha_m = \alpha_c$ 、 $\beta_2 = \beta_m$ である。 $n = 5$ の場合には、 $\beta_1' = \beta_c + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha_2 = \alpha_c + \Delta_m$ 、 $\beta_2' = \beta_m'$ である。

表-19

オーバーライト特性の評価結果を（参考記録方式 CD 1）について図 6 0 に示す。

図 6 2 に、（a）3 T マーク長ジッタ、（b）3 T スペース長ジッタ、（c）変調度 m_{11} 、（d） R_{top} の P_w 依存性をそれぞれ表す。

最適記録パワーは 1.6 - 2.3 mW 付近、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価される。

図 6 2 の（a）、（b）の図中の横線は 1 倍速再生時のジッタ規格上限値 = 35 (nsec) を示す。35 nsec 以下の良好なジッター値が得られている。

図 6 2 の（c）、（d）から、変調度 m_{11} は 60% ~ 80% (0.6 ~ 0.8)、 R_{top} は 15 ~ 25% の値が得られている。

また、最適記録パワー付近においては、3 T ~ 11 T のマーク長及びスペース長において、基準クロック周期の ±10% 程度の範囲内で所望のマーク長及びスペース長が得られた。アシンメトリー値は ±10% 以内の値が得られた。

以上まとめると、10 倍速においては良好な記録特性が得られており、再生信号は、既存の CD ドライブで再生可能な品質である。

次に、（参考記録方式 CD 1）を用いた場合のオーバーライト耐久性の評価結果を記す。それぞれ、 $P_w / P_e = 1.9 \text{ mW} / 8 \text{ mW}$ で繰返しオーバーライトを行ったときのオーバーライト回数依存性を図 6 3 に表す。図 6 3 において、（a）が 3 T マーク長ジッタ、（b）が 3 T スペース長ジッタを示す。図 6 3 において、繰り返しオーバーライト回数を対数グラフで表示する都合上、初回記録を 1 回目オーバーライトとし、その上に 9 回オーバーライトした時を 10 回目オーバーライトというように表している。CD-RW に要求される 1000 回というオーバーライト耐久性は十分満たされていた。

次に、本発明の書き換え型光記録媒体及び本発明の光記録方法を RW-DVD に適用する例について説明する。

[RW-DVD 基本例]

以下に RW-DVD の基本例を説明するが、CD-RW の基本例との相違点を特に示す。

トラックピッチ 0.74 μm、溝幅は約 0.31 μm、深さは約 28 nm で蛇行する螺旋状の溝を設けた厚さ 0.6 mm のポリカーボネート樹脂基板を射出成

形によって形成した。溝形状は、いずれも波長441.6 nmのHe-Cdレーザー光を用いたU溝近似の光学回折法で求めた。溝蛇行（ウォブル）はさらに、ADIPによるアドレス情報を位相変調により付与した。

記録再生評価は、パルスティック社製DDU1000テスター（波長約650 nm、NA = 0.65、スポット形状は $1/e^2$ 強度で0.86 μmの概ね円形、立ち上がり立ち下がり時間2 nsec弱、以下このテスターをテスター3という。）を用いた。DVDの標準線速度3.49 m/sを1倍速とし、6～10倍速までのオーバーライト特性を評価した。バイアスパワーは特に断らない限り、0.5 mWで一定とした。

各線速度におけるデータの基準クロック周期は、1倍速におけるデータの基準クロック周期38.2 nsecに対して各線速度で反比例させたものとした。

再生は特に断わらない限り1倍速で行った。DDU1000からのタイムインターバルアナライザ（横河電機社製）でジッタを測定した。

変調度 m_{14} （= I_{14}/I_{top} ）はオシロスコープ上でアイパターン観察により読み取った。

EFM+ランダムデータを10回オーバーライト記録した後、該記録データのマーク長、スペース長、マーク長及びスペース長ジッタ、 m_{14} 、 R_{top} 、及びアシンメトリー値を測定した。

（実施例16）

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を70 nm、 $Ge_{12.5}Sb_{58.3}Sn_{24.3}Te_{4.9}(Te_{0.05}Sn_{0.24}Ge_{0.18}Sb_{0.82})_{0.71}$ からなる記録層を12 nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を18 nm、Taからなる界面層を2 nm、Agからなる反射層を150 nm、紫外線硬化樹脂層約4 μm、をこの順に形成し、ディスクを作製した。

このAg反射層の体積抵抗率 ρ_v は28 nΩ·m、面積抵抗率 ρ_s は約0.19 Ω/□であった。

初期化は、長軸約75 μm、短軸約1.0 μmの橢円形スポット形状を有する波長約810 nmのレーザーダイオード光を短軸方向に線速約8 m/sで走査して行なった。照射パワーは700 mWである。

このディスクに、 $N_A = 0.65$ のテスター 3 を用いて、2.5 及び 6 倍速で EFM + 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e / P_w は 0.29 あるいは 0.30 で一定とし、 P_w を 1.5 mW 程度から 2.0 mW 程度まで 1 mW 刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも 10 回オーバーライト後の値で評価した。

6 倍速においては、記録方式 DVD 1-1 を適用した。以下ではこれを（記録方式 DVD 1-1 a）とする。（記録方式 DVD 1-1 a）は記録パルス分割方法（II-A）における独立パラメータをさらに限定した使用法となっている。

（記録方式 DVD 1-1 a）

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2$$

$$\beta_{1-1} + \alpha_1 = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$$

とした。

一方、 m が 3 以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_i T$ における α'_i 及び β'_i を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.31, \text{ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{1-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.5, \text{ただし, } \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1, \alpha_1 = \alpha_1' = 1, \beta_1 = 1.25, \Delta_1 = 0.31, \alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.75$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.25, \Delta_{m-1} = 0, \Delta_m = 0.5, \Delta_{mm} = 0.5, \alpha_m = 0.75, \beta_m = \beta_m' = 0.5$ で、3 以上の m に対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4 T マークに対しては、 $T_{d1} = 1, \alpha_1 = 1, \beta_1 = 1.$

2.5 、 $\alpha_2 = 0.75$ 、 $\beta_2 = 0.5$ とし、 $5T$ マークに対しては、 $T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1' = 1$ 。 5.6 、 $\alpha_2' = 1.25$ 、 $\beta_2' = 0.5$ とした。

$m = 1$ 、すなわち $3T$ マークに対しては、 $T_{d1}' = 1$ 、 $\alpha_1' = 1.5$ 、 $\beta_1' = 0.56$ とした。

一方、 2.5 倍速記録の場合には、記録方式DVD 2-1の具体例として、以下の（記録方式DVD 2-1a）を使用した。（記録方式DVD 2-1a）は、記録パルス分割方式（V）における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

（記録方式DVD 2-1a）

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_1 及び β_1 を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1} + \alpha_m = 2,$$

とした。

一方、 m が 3 以上の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1' T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1' T$ における α_1' 及び β_1' を、

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2,$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.56, \text{ただし, } \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.57, \text{ただし, } \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.06$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 0.94$ 、 $\beta_1 = 1.44$ 、 $\Delta_1 = 0.56$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.56$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.44$ 、 $\Delta_{m-1} = 0$ 、 $\Delta_m = 0.57$ 、 $\Delta_{mm} = 0.57$ 、 $\alpha_m = 0.56$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0.5$ で、 3 以上の m に対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、 $4T$ マークに対しては、 $T_{d1} = 1.06$ 、 $\alpha_1 = 0.94$ 、 $\beta_1 = 1.44$ 、 $\alpha_2 = 0.56$ 、 $\beta_2 = 0.5$ とし、 $5T$ マークに対しては、

$T_{d1}' = 1.06$ 、 $\alpha_1' = 0.94$ 、 $\beta_1' = 2$ 、 $\alpha_2' = 1.13$ 、 $\beta_2' = 0.5$ とした。

3 Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.06$ 、 $\alpha_1' = 1$ 、 $\beta_1' = 1.13$ としている。

なお、各記録方式での T_{d1} 、 α_1 、 β_1 等を表-20にまとめて示す。いずれの記録方式も記録パルス方式（II-A）又は（V）に準じているので、mが3以上の場合に関しては、記録パルス分割方式（II）における、10個のパラメータ（ T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m ）及び、 $n=3$ 、4、5における T_{d1} 、 α_i 、 β_i を記載した。ただし、 $n=3$ の場合の（ T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' ）は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 の項に記載した。 $n=4$ の場合の（ T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2 ）及び、 $n=5$ の場合の（ T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' 、 α_2 、 β_2' ）は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m の欄に記載した。

表-20

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	Δ_1	α_c	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m
DVD1-1 a	$m \geq 3$	1	1	1.25	0.31	0.75	1.25	0	0.75	0.5	0.5
	n=5	1	1	1.56					1.25		0.5
	n=4	1	1	1.25					0.75		0.5
	n=3	1	1.5	0.56							
DVD2-1 a	$m \geq 3$	1.06	0.94	1.44	0.56	0.56	1.44	0	0.56	0.57	0.5
	n=5	1.06	0.94	2					1.13		0.5
	n=4	1.06	0.94	1.44					0.56		0.5
	n=3	1.06	1.0	1.13							

6倍速における（記録方式DVD1-1a）の場合の、オーバーライト特性の評価結果を図64に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は0.30とした。 P_w を15mWから21mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定0.5mWとしている。

図64において(a)～(c)はそれぞれ、(a)ジッタ、(b)変調度 m_{14} 、(c) R_{top} の P_w 依存性を表す。

ジッタが最小となる最適記録パワーは（記録方式DVD1-1a）では18～20mWである。

図64(a)より、全ての P_w において1倍速再生時のジッタが15%以下となっていることがわかる。さらに、図64(a)の図中の横線は1倍速再生時のジッタ=10%を示しているが、最適 P_w 付近におけるジッタ値は10%以下となつた。

図64(b)、(c)から、変調度 m_{14} は55%～80%(0.55～0.8)、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。

2.5倍速における（記録方式DVD2-1a）について図65に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は0.29で一定とし、 P_w を12mW程度から18mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は0.5Wで一定である。

図65(a)～(c)は、それぞれ(a)ジッタ、(b)変調度 m_{14} 、(c) R_{top} の P_w 依存性を表す。

最適記録パワーは2.5倍速記録では15～17mW付近である。

図65(a)より、全ての P_w において1倍速再生時のジッタが15%以下となっていることがわかる。さらに、図65(a)の図中の横線は1倍速再生時のジッタ=10%を示しているが、最適 P_w 付近におけるジッタ値は10%以下となつた。

また、図65(b)、(c)から、変調度 m_{14} は55%～80%(0.55～0.8)、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。

また、いずれの場合も、アシンメトリーは、-5～+10%の範囲内であった。

以上まとめると、2.5、6倍速においては良好な記録特性が得られており、本発明記録媒体及び記録パルス分割方式記録パルス方法(I I-A)又は(V)

を適用すれば、この間の線速においても良好な特性が得られる。

さらに、各線速における消去比を測定した。2.5倍速においては、（記録方式DVD2-1a）の3T、14Tのパルスを用い、6倍速においては（記録方式DVD1-1a）の3T、14Tのパルスを用いて、3T／14Tオーバーライト消去比を測定した。2.5倍速、6倍速での3T／14Tオーバーライト消去比は、それぞれ28dB、25dBとなり、それぞれの線速において十分な消去比が得られた。

また、（記録方式DVD1-1a）を用い、6倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは1倍速再生で10%以下であり、反射率R_t、変調度m₁₄もほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持していた。

（実施例17）

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる下部保護層を80nm、In₃Ge₃Sb₈₁Te₁₃(In_{0.03}Ge_{0.03}(Sb_{0.86}Te_{0.14})_{0.94})からなる記録層を13.5nm、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる上部保護層を20nm、Taからなる界面層を5nm、Agからなる反射層を140nm、紫外線硬化樹脂層を約4μm、をこの順に形成し、ディスクを作製した。このAg反射層の体積抵抗率ρ_vは28nΩ·m、面積抵抗率ρ_sは約0.2Ω/□であった。初期化は、長軸約150μm、短軸約1.0μmの橜円形スポット形状を有する波長約810nmのレーザーダイオード光を短軸方向に線速約4m/sで走査して行なった。照射パワーは1200mWである。

このディスクに、NA=0.65のテスター3を用いて、2.5及び6倍速でEFM+変調信号のオーバーライトを行ない、その特性を評価した。

消去パワーP_eと記録パワーP_wの比P_e/P_wは0.33あるいは0.39で一定とし、P_wを15mW程度から20mW程度まで1mW刻みで変化させ、それぞれの記録パワーでオーバーライト特性を評価した。いずれも10回オーバーライト後の値で評価した。

6倍速においては、記録方式DVD1-2を適用し、これを（記録方式DVD

1 - 2 a) とする。これは記録パルス分割方法 (I I I - A) における独立パラメータをさらに限定した使用法となっている。

(記録方式DVD 1 - 2 a)

m が3以上の場合の偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 m が3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_i T$ における α'_i 及び β'_i を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.8125, \text{ただし、} \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 0.75$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1.25$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 1.2$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 0.8$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.5$ 、 $\Delta_m = 0.3125$ 、 $\Delta_{mm} = 0.8125$ 、 $\alpha_m = 1.25$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0.125$ で、3以上の m に対しては一定である。

また、 $m=2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 0.75$ 、 $\alpha_1 = 1.25$ 、 $\beta_1 = 0.8$ 、 $\alpha_2 = 1.2$ 、 $\beta_2 = 0.125$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.75$ 、 $\alpha_1' = 1.25$ 、 $\beta_1' = 1.1875$ 、 $\alpha_2' = 1.5625$ 、 $\beta_2' = 0.125$ とした。

$m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.8125$ 、 $\alpha_1' = 1.625$ 、 $\beta_1' = 0.375$ とした。

一方、2.5倍速記録の場合には、記録方式DVD 2 - 2 の具体例として、以下の(記録方式DVD 2 - 2 a)を使用した。(記録方式DVD 2 - 2 a)は、記録パルス分割方式(VI)における、独立パラメータの数をさらに限定した使

用方法となっている。

(記録方式DVD2-2a)

$m \geq 3$ の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、 $m \geq 3$ の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_1 T$ における α'_i 及び β'_i を、

$$T_{d1}' + \alpha'_1 = 2$$

$$\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1)$$

$$\beta'_{m-1} + \alpha'_m = 2.875, \text{ただし, } \beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.375, \alpha_1 = \alpha'_1 = 0.625, \alpha_i = \alpha'_i = \alpha_c = 0.625$ ($i = 2 \sim m-1$ なる i に対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.375, \Delta_{m-1} = 0.4375, \Delta_m = 0.4375, \Delta_{mm} = 0.875, \alpha_m = 0.625, \beta_m = \beta'_m = 0.75$ で、3以上の m に対しては一定である。

また、 $m=2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 1.375, \alpha_1 = 0.625, \beta_1 = 1.3125, \alpha_2 = 0.625, \beta_2 = 0.75$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.375, \alpha'_1 = 0.625, \beta'_1 = 1.9375, \alpha'_2 = 1.0, \beta'_2 = 0.75$ とした。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.4375, \alpha'_1 = 1.25, \beta'_1 = 1$ としている。

なお、各記録方式での $T_{d1}, \alpha_i, \beta_i$ 等を表-21にまとめて示す。いずれの記録方式も記録パルス方式(I II I)準じているので、 $m \geq 3$ の場合に関しては、記録パルス分割方式(I II I)における、9個のパラメータ($T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \alpha_c, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m, \beta_m$)及び、 $n = 3, 4, 5$ における

る T_{d1} 、 α_1 、 β_1 を記載した。ただし、 $n = 3$ の場合の (T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1') は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_m の項に記載した。 $n = 4$ の場合の (T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2) 及び、 $n = 5$ の場合の (T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' 、 α_2 、 β_2') は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m の欄に記載した。

表-21

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	αc	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m
DVD1-2 a	$m \geq 3$	0.75	1.25	0.8	1.2	0.8	0.5	1.2	0.3125	0.125
	n=5	0.75	1.25	1.1875				1.5625		0.125
	n=4	0.75	1.25	0.8				1.2		0.125
	n=3	0.8125	1.625							0.375
DVD2-2 a	$m \geq 3$	1.375	0.625	1.375	0.625	1.375	0.4375	0.625	0.4375	0.75
	n=5	1.375	0.625	1.9375				1.0		0.75
	n=4	1.375	0.625	1.3125				0.625		0.75
	n=3	1.4375	1.25							1

6倍速における（記録方式DVD 1-2a）の場合の、オーバーライト特性の評価結果を図66に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は記録方式1'では0.34とした。 P_w を15mWから20mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定0.5mWとしている。

図66において(a)～(c)はそれぞれ、(a)ジッタ、(b)変調度 m_{14} 、(c) R_{top} の P_w 依存性を表す。

ジッタが最小となる最適記録パワーは（記録方式DVD 2-1a）では17～19mWである。

図66(a)より、全ての P_w において1倍速再生時のジッタが15%以下となっていることがわかる。さらに、図66(a)の図中の横線は1倍速再生時のジッタ=10%を示しているが、最適 P_w 付近におけるジッタ値は10%以下となつた。

図66(b)、(c)から、変調度 m_{14} は55%～80%（0.55～0.8）、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。

2.5倍速における（記録方式DVD 2-2a）について図67に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は0.30で一定とし、 P_w を15mW程度から21mW程度まで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は0.5Wで一定である。

図67(a)～(c)は、それぞれ(a)ジッタ、(b)変調度 m_{14} 、(c) R_{top} の P_w 依存性を表す。最適記録パワーは2.5倍速記録では17～20mW付近であり、オーバーライト特性もこのパワーにおける値で評価される。

図67(a)より、全ての P_w において1倍速再生時のジッタが15%以下となっていることがわかる。さらに、図67(a)の図中の横線は1倍速再生時のジッタ=10%を示しているが、最適 P_w 付近におけるジッタ値は10%以下となつた。

また、図67(b)、(c)から、変調度 m_{14} は55%～80%（0.55～0.8）、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。

また、いずれの場合もアシンメトリーは-5～+15%の範囲内であった。

以上まとめると、2.5、6倍速においては良好な記録特性が得られている。

また、この間の線速においてもパルスを調整することによって良好な特性がえら

れる。

さらに、各線速における消去比を測定した。2.5倍速においては、(記録方式DVD2-2a)の3T、14Tのパルスを用い、6倍速においては(記録方式DVD1-2a)の3T、14Tのパルスを用いて、3T/14Tオーバーライト消去比を測定した。2.5倍速、6倍速で3T/14Tオーバーライト消去比は、それぞれ29dB、26dBとなり、それぞれの線速において十分な消去比が得られている。

また、(記録方式DVD1-2a)を用い、6倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは、2~3%増加したが1倍速再生で15%以下であり、反射率R_{top}、変調度m₁₄もほとんど低下しておらず、初期値の90%を少し下回る程度を維持していた。

(実施例18)

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる下部保護層を78nm、Ge_{11.8}Sb_{58.8}Sn_{24.5}Te_{4.9}(Te_{0.05}Sn_{0.25}(Ge_{0.17}Sb_{0.83})_{0.70})からなる記録層を12nm、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる上部保護層を20nm、Taからなる界面層を2nm、Agからなる反射層を200nm、紫外線硬化樹脂層を約4μm、をこの順に形成し、ディスクを作製した。このAg反射層の体積抵抗率ρ_vは28nΩ·m、面積抵抗率ρ_sは約0.14Ω/□であった。初期化は、長軸約75μm、短軸約1.0μmの橜円形スポット形状を有する波長約810nmのレーザーダイオード光を短軸方向に線速約8m/sで走査して行なった。照射パワーは700mWである。

このディスクに、NA=0.65のテスター3を用いて、3及び8倍速でEM+変調信号のオーバーライトを10回行ない、その特性を評価した。

8倍速においては、記録方式DVD1-2を適用し、これを(記録方式DVD1-2b)とする。これは記録パルス分割方法(I II - A)における独立パラメータをさらに限定した使用法となっている。

(記録方式DVD1-2b)

mが3以上の場合の、偶数マーク長、nT=2mTに対しては、マークをm個

の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_1 T$ における α'_i 及び β'_i を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha'_1 = 2$$

$$\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta'_{m-1} + \alpha'_m = 2.5625, \text{ただし、} \beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 0.875, \alpha_1 = \alpha'_1 = 1.125, \alpha_1 = \alpha'_1 = \alpha_c = 0.8125$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.1875, \Delta_{m-1} = 0.125, \Delta_m = 0.4375, \Delta_{mm} = 0.5625, \alpha_m = 0.8125, \beta_m = \beta'_m = 0.375$ で、3以上のmに対しては一定である。

また、 $m=2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 0.875, \alpha_1 = 1.125, \beta_1 = 1.1875, \alpha_2 = 0.8125, \beta_2 = 0.375$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.875, \alpha'_1 = 1.125, \beta'_1 = 1.3125, \alpha'_2 = 1.25, \beta'_2 = 0.375$ とした。

$m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.875, \alpha'_1 = 1.5625, \beta'_1 = 0.5$ とした。

一方、3倍速記録の場合には、記録方式DVD2-2の具体例として、以下の(記録方式DVD2-2b)を使用した。(記録方式DVD2-2b)は、記録パルス分割方式(VI)における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

(記録方式DVD2-2b)

m が3以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際

して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta_1 T$ における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが3以上の奇数マーク長が $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_1 T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_1 T$ における α'_i 及び β'_i を、

$$T_{d1}' + \alpha'_1 = 2$$

$$\beta'_{i-1} + \alpha'_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1)$$

$\beta'_{m-1} + \alpha'_m = 3$ 、ただし、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ 、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ 、とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.0625$ 、 $\alpha_1 = \alpha'_1 = 0.9375$ 、 $\alpha_i = \alpha'_i = \alpha_c = 0.5625$ （ $i = 2 \sim m-1$ なるiに対して、 α_c は一定）、 $\beta_{m-1} = 1.4375$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.6875$ 、 $\Delta_m = 0.3125$ 、 $\Delta_{mm} = 1$ 、 $\alpha_m = 0.5625$ 、 $\beta_m = \beta'_m = 0.5$ で、3以上のmに対しては一定である。

また、 $m = 2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 1.0625$ 、 $\alpha_1 = 0.9375$ 、 $\beta_1 = 1.4375$ 、 $\alpha_2 = 0.5625$ 、 $\beta_2 = 0.5$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.0625$ 、 $\alpha'_1 = 0.9375$ 、 $\beta'_1 = 2.125$ 、 $\alpha'_2 = 0.875$ 、 $\beta'_2 = 0.5$ とした。

3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.0625$ 、 $\alpha'_1 = 1.125$ 、 $\beta'_1 = 1$ としている。

なお、各記録方式での T_{d1} 、 α_i 、 β_i 等を表-22にまとめて示す。いずれの記録方式も記録パルス方式(I II)準じているので、mが3以上の場合に関しては、記録パルス分割方式(I II)における、9個のパラメータ(T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m)及び、 $n = 3, 4, 5$ における T_{d1} 、 α_i 、 β_i を記載した。ただし、 $n = 3$ の場合の(T_{d1}' 、 α'_1 、 β'_1)は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_m の項に記載した。 $n = 4$ の場合の(T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2)及び、 $n = 5$ の場合の(T_{d1}' 、 α'_1 、 β'_1 、 α_2 、 β'_2)は、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m の欄に記載した。

表-22

記録方式		$T_{d,1}$	α_1	β_1	α_c	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m
DVD 1 - 2 b	$m \geq 3$	0.875	1.125	1.1875	0.8125	1.1875	0.125	0.8125	0.4375	0.375
	n=5	0.875	1.125	1.3125					1.25	0.375
	n=4	0.875	1.125	1.1875				0.8125		0.375
	n=3	0.875	1.5625							0.50
DVD 2 - 2 b	$m \geq 3$	1.0625	0.9375	1.4375	0.5625	1.4375	0.6875	0.5625	0.3125	0.5
	n=5	1.0625	0.9375	2.125				0.875		0.5
	n=4	1.0625	0.9375	1.4375				0.5625		0.5
	n=3	1.0625	1.125						1	

8倍速における（記録方式DVD 1-2 b）の場合の、オーバーライト特性の評価結果を図68に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は（記録方式DVD 1-2 a）では0.24とした。 P_w を18mWから25mWまで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定0.5mWとしている。

図68において（a）～（c）はそれぞれ、（a）ジッタ、（b）変調度 m_{14} 、（c） R_{top} の P_w 依存性を表す。

ジッタが最小となる最適記録パワーは（記録方式DVD 1-2 a）では22-25mWである。

図68（a）より、全ての P_w において1倍速再生時のジッタが15%以下となっていることがわかる。さらに、図68（a）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ=10%を示しているが、最適 P_w 付近におけるジッタ値は10%以下となつた。

図68（b）、（c）から、変調度 m_{14} は55%～80%（0.55～0.8）、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。

3倍速における（記録方式DVD 2-2 b）について図69に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は0.25で一定とし、 P_w を14mW程度から20mWまで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は0.5Wで一定である。

図69（a）～（c）は、それぞれ（a）ジッタ、（b）変調度 m_{14} 、（c） R_{top} の P_w 依存性を表す。最適記録パワーは3倍速記録では17～20mW付近である。

図69（a）より、全ての P_w において1倍速再生時のジッタが15%以下となっていることがわかる。さらに、図69（a）の図中の横線は1倍速再生時のジッタ=10%を示しているが、最適 P_w 付近におけるジッタ値は10%以下となつた。

また、図69（b）、（c）から、変調度 m_{14} は55%～80%（0.55～0.8）、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。

また、いずれの場合もアシンメトリーは-5～+10%の範囲内であった。

以上まとめると、3、8倍速においては良好な記録特性が得られている。また、この間の線速においてもパルスを調整することによって良好な特性がえられる。

さらに、各線速における消去比を測定した。3倍速においては、（記録方式D V D 2 - 2 b）の3T、14Tのパルスを用い、8倍速においては（記録方式D V D 1 - 2 b）の3T、14Tのパルスを用いて、3T／14Tオーバーライト消去比を測定した。3倍速、8倍速で3T／14Tオーバーライト消去比は、それぞれ29dB、26dBとなり、それぞれの線速において十分な消去比が得られている。

また、（記録方式D V D 1 - 2 b）を用い、8倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは1倍速再生で10%以下であり、反射率R_t、変調度m₁₄もほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持していた。

（実施例19）

上記基本例において、下記のようにしてディスクを製造し記録を行なった。

基板上に、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる下部保護層を80nm、Ge_{7.7}In_{10.1}Sb_{63.6}Sn_{13.8}Te_{4.8}(In_{0.1}Sn_{0.14}Te_{0.05}(Ge_{0.11}Sb_{0.89})_{0.71})からなる記録層を13nm、(ZnS)₈₀(SiO₂)₂₀からなる上部保護層を20nm、Taからなる界面層を2nm、Agからなる反射層を200nm、紫外線硬化樹脂層を約4μm、をこの順に形成し、ディスクを作製した。

このAg反射層の体積抵抗率ρ_vは28nΩ・m、面積抵抗率ρ_sは約0.14Ω/□であった。初期化は、長軸約75μm、短軸約1.0μmの橢円形スポット形状を有する波長約810nmのレーザーダイオード光を短軸方向に線速約12m/sで走査して行なった。照射パワーは900mWである。

このディスクに、NA=0.65のテスター3を用いて、4、10及び12倍速でE FM+変調信号のオーバーライトを10回行ない、その特性を評価した。

10倍速においては、記録方式D V D 1 - 2 を適用し、これを（記録方式D V D 1 - 2 c）とする。これは記録パルス分割方法（I I I - A）における独立パラメータをさらに限定した使用法となっている。

（記録方式D V D 1 - 2 c）

mが3以上の場合の、偶数マーク長、nT=2mTに対しては、マークをm個

の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m)$$

とした。

一方、mが3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_i T$ における α'_i 及び β'_i を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1)$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.47, \text{ただし、} \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1, \alpha_1 = \alpha_1' = 1, \alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.8$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.2, \Delta_{m-1} = 0.2, \alpha_m = 0.27, \Delta_m = 0.47, \alpha_m' = 0.8, \beta_m = \beta_m' = 0.6$ で、3以上のmに対しては一定である。

また、 $m=2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1}=1, \alpha_1=1, \beta_1=1.2, \alpha_2=0.8, \beta_2=0.6$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}'=1, \alpha_1'=1, \beta_1'=1.27, \alpha_2'=1.13, \beta_2'=0.6$ とした。

$m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}'=1.2, \alpha_1'=1.07, \beta_1'=0.8$ とした。

また、12倍速においても、記録方式DVD1-2を適用し、これを（記録方式DVD1-2d）とする。これは記録パルス分割方法（I I I-A）における独立パラメータをさらに限定した使用法となっている。

（記録方式DVD1-2d）

mが3以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次に様に設定した。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが3以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 α_i' 、 T 及びオフパルス区間 β_i' 、 T における α_i' 及び β_i' を、以下のように設定した。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.5, \text{ただし, } \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 0.92$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = 1.08$ 、 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.83$ ($i = 2 \sim m-1$ の i に対して α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.17$ 、 $\Delta_{m-1} = 0.25$ 、 $\Delta_m = 0.25$ 、 $\Delta_{mm} = 0.5$ 、 $\alpha_m = 0.83$ 、 $\beta_m = \beta_m' = 0.75$ で、3以上のmに対しては一定である。

また、 $m=2$ の場合、4Tマークに対しては、 $T_{d1} = 0.92$ 、 $\alpha_1 = 1.08$ 、 $\beta_1 = 1.17$ 、 $\alpha_2 = 0.83$ 、 $\beta_2 = 0.75$ とし、5Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 0.92$ 、 $\alpha_1' = 1.08$ 、 $\beta_1' = 1.28$ 、 $\alpha_2' = 1.14$ 、 $\beta_2' = 0.75$ とした。

$m=1$ 、すなわち3Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.17$ 、 $\alpha_1' = 1.08$ 、 $\beta_1' = 0.67$ とした。

一方、4倍速記録の場合には、記録方式DVD2-2の具体例として、以下の(記録方式DVD2-2c)を使用した。(記録方式DVD2-2c)は、記録パルス分割方式(VI)における、独立パラメータの数をさらに限定した使用方法となっている。

(記録方式DVD2-2c)

m が3以上の場合の、偶数マーク長 $nT = 2mT$ に対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 α_iT 及びオフパルス区間 β_iT における α_i 及び β_i を、

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2,$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m),$$

とした。

一方、mが3以上の奇数マーク長がn T = (2 m + 1) Tに対しては、マークの記録に際して、マークをm個の区間に分割し、記録パルス区間 α_i' T及びオフパルス区間 β_i' Tにおける α_i' 及び β_i' を、

$$T_{d1} + \alpha_1' = 2$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 2 \sim m-1)$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.88, \text{ただし}, \beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}, \alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m,$$

とした。

ここで、 $T_{d1} = T_{d1}' = 1.44, \alpha_1 = \alpha_1' = 0.56, \alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c = 0.56$ ($i = 2 \sim m-1$ なるiに対して、 α_c は一定)、 $\beta_{m-1} = 1.44, \Delta_{m-1} = 0.56, \Delta_m = 0.32, \Delta_{mm} = 0.88, \alpha_m = 0.56, \beta_m = \beta_m' = 0.69$ で、3以上のmに対しては一定である。

また、m=2の場合、4 Tマークに対しては、 $T_{d1} = 1.44, \alpha_1 = 0.56, \beta_1 = 1.44, \alpha_2 = 0.56, \beta_2 = 0.69$ とし、5 Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.44, \alpha_1' = 0.56, \beta_1' = 2, \alpha_2' = 0.88, \beta_2' = 0.69$ とした。

3 Tマークに対しては、 $T_{d1}' = 1.44, \alpha_1' = 1.19, \beta_1' = 0.88$ としている。

なお、各記録方式での $T_{d1}, \alpha_i, \beta_i$ 等を表-23にまとめて示す。いずれの記録方式も記録パルス方式(I II I)準じているので、mが3以上の場合に関しては、記録パルス分割方式(I II I)における、9個のパラメータ($T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \alpha_c, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m, \beta_m$)及び、n=3, 4, 5における $T_{d1}, \alpha_i, \beta_i$ を記載した。 Δ_m' は、本実施例ではゼロとしているために省略した。また、n=3の場合の($T_{d1}', \alpha_1', \beta_1'$)は、 $T_{d1}, \alpha_1, \beta_m$ の項に記載した。n=4の場合の($T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$)及び、n=5の場合の($T_{d1}', \alpha_1', \beta_1', \alpha_2', \beta_2'$)は、 $T_{d1}, \alpha_1, \beta_1, \alpha_m, \beta_m$ の欄に記載した。

表 - 2 3

記録方式		T_{d1}	α_1	β_1	α_C	β_{m-1}	Δ_{m-1}	α_m	Δ_m	β_m
DVD 1-2 c	$m \geq 3$	1	1	1.2	0.8	1.2	0.2	0.8	0.27	0.6
	n=5	1	1	1.27					1.13	0.6
	n=4	1	1	1.2					0.8	0.6
	n=3	1.2	1.07							0.8
DVD 1-2 d	$m \geq 3$	0.92	1.08	1.17	0.83	1.17	0.25	0.83	0.25	0.75
	n=5	0.92	1.08	1.28					1.14	0.75
	n=4	0.92	1.08	1.17					0.83	0.75
	n=3	1.17	1.08							0.67
DVD 2-2 c	$m \geq 3$	1.44	0.56	1.44	0.56	1.44	0.56	0.56	0.32	0.69
	n=5	1.44	0.56	2					0.88	0.69
	n=4	1.44	0.56	1.44					0.56	0.69
	n=3	1.44	1.19							0.88

10倍速における（記録方式DVD 1-2c）の場合の、オーバーライト特性の評価結果を図70に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は（記録方式DVD 1-2c）では0.22とした。 P_w を22mWから27mWまで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定0.5mWとしている。

図70において（a）～（c）はそれぞれ、（a）クロックジッタ、（b）変調度 m_{14} 、（c） R_{top} の P_w 依存性を表す。

ジッタが最小となる最適記録パワーは（記録方式DVD 1-2c）では24～26mW付近である。

図70（a）より、全ての P_w において1倍速再生時のジッタが15%以下となっていることがわかる。

また、図70の（a）、（b）、（c）から、最適記録パワーにおいてクロックジッタは12%以下、変調度 m_{14} は55%～80%（0.55～0.8）、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。

12倍速における（記録方式DVD 1-2d）の場合の、オーバーライト特性の評価結果を図71に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は（記録方式DVD 1-2d）では0.2とした。 P_w を23mWから28mWまで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は一定0.5mWとしている。

図71において（a）～（c）はそれぞれ、（a）クロックジッタ、（b）変調度 m_{14} 、（c） R_{top} の P_w 依存性を表す。

ジッタが最小となる最適記録パワーは（記録方式DVD 1-2d）では26～27mW付近である。

図71の（a）、（b）、（c）から、最適記録パワーにおいてクロックジッタは15%以下、変調度 m_{14} は55%～80%（0.55～0.8）、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。なお、12倍速における、クロックジッタが12%を越えているのは、測定に用いたテスタ3の記録パルスの立ち上がり、たち下がりが2nsec弱と、基準クロック周期約3.2nsecに比べて大きめであるためであり、立ち上がりたち下がり時間が1nsec程度となれば、12%程度に低減することができる。この立ち上がりたち下がり時間1nsec程度というのは、今日十分実現可能な値である。

4倍速における（記録方式DVD 2-2c）の場合の、オーバーライト特性の

評価結果を図72に示す。消去パワー P_e と記録パワー P_w の比 P_e/P_w は0.25で一定とし、 P_w を14mWから20mWまで1mW刻みで変化させた。バイアスパワー P_b は0.5Wで一定である。

図72(a)～(c)は、それぞれ(a)クロックジッタ、(b)変調度 m_{14} 、(c) R_{top} の P_w 依存性を表す。最適記録パワーは4倍速記録では17～20mW付近である。

図72の(a)、(b)、(c)から、最適記録パワーにおいてクロックジッタは11%以下、変調度 m_{14} は55%～80%(0.55～0.8)、 R_{top} は18～30%の値が得られていることがわかる。

以上まとめると、4、10、12倍速においては良好な記録特性が得られている。また、この間の線速においてもパルスを調整することによって良好な特性がえられる。

さらに、各線速における消去比を測定した。表-23の記録パルス分割方法の3T、14Tのパルスを用い、3T/14Tオーバーライト消去比を測定すると、それぞれ25dB以上となり、それぞれの線速において、十分な消去比が得られている。

また、表-23の(記録方式DVD1-2c)を用い、10倍速で記録を行ったディスクを105°Cの加速試験に投入したところ、3時間経過しても記録済み信号の劣化はほとんど見られなかった。ジッタは1倍速再生で12%以下であり、反射率 R_{top} 、変調度 m_{14} もほとんど低下しておらず、初期値の90%以上を維持していた。

(比較例3)

特開2001-331936号公報の実施例にある4.8倍速又は5倍速でオーバーライト可能なRW-DVDを8倍速でオーバーライト記録を試みる。

基板上に、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる下部保護層を68nm、 $Ge_{5}Sb_{77}Te_{18}(Ge_{0.05}Sb_{0.81}Te_{0.19})_{0.95}$ からなる記録層を14nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ からなる上部保護層を25nm、 $Al_{9.5}Ta_{0.5}$ からなる反射層を200nm、紫外線硬化樹脂層を約4μm、をこの順に形成し、ディスクを作製した。

この $Al_{9.5}Ta_{0.5}$ 反射層の体積抵抗率 ρ_v は、 $100n\Omega \cdot m$ 、面積抵抗

率 ρ_s は、約 $0.5 \mu\text{m}/\square$ であった。初期化は、長軸約 $108 \mu\text{m}$ 、短軸約 $1.5 \mu\text{m}$ の橢円形スポット形状を有する波長約 810 nm のレーザーダイオード光を短軸方向に線速 $3 \sim 6 \text{ m/s}$ で走査して行なった。照射パワーは $400 \sim 600 \text{ mW}$ である。さらに、波長 660 nm 、 $NA = 0.65$ の評価装置で、トラッキング及びフォーカスサーボをかけて溝部に 1 回ずつ約 6 mW の DC 光を 4 m/s で走査させて、結晶化レベルのノイズを減らす作業を行った。

このディスクに、 $NA = 0.65$ のテスター 3 を用いて、8 倍速で EFM + 変調信号のオーバーライトを行ない、その特性評価を行う。

記録方法は、特開 2001-331936 号公報に開示されているパルス分割方法を用いる。具体的には、特開 2001-331936 号公報に開示されている図 26 の方法を用いる。

以下、特開 2001-331936 号公報と今回の特許は記述方法が異なるので、主に特開 2001-331936 号公報の記述方法に沿って記す。

m が 3 以上の場合の、偶数マーク長、 $nT = 2mT$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta_i T$ における α_i 及び β_i を、次のように設定する。

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2 \quad (T_{d1} = 0.95),$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$$\beta_m + \alpha_m = 1.4,$$

としている。

一方、 m が 3 以上の場合の奇数マーク長、 $nT = (2m+1)T$ に対しては、マークを m 個の区間に分割し、記録パルス区間 $\alpha'_i T$ 及びオフパルス区間 $\beta'_i T$ における α'_i 及び β'_i を、以下のように設定する。

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2.05 \quad (T_{d1}' = 1),$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.45,$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (i = 3 \sim m-1),$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.45,$$

としている。

ここで、

$$\alpha_i = \alpha'_i = 1 \quad (i = 2 \sim m-1),$$

$\beta_1 = \beta_{1'} = 1$ ($i = 2 \sim m - 1$) ,

nが偶数の場合は、

$\alpha_1 = 1.05$, $\beta_1 = 1$, $\alpha_m = 1$, $\beta_m = 0.4$,

nが奇数の場合は、

$\alpha_{1'} = 1.05$, $\beta_{1'} = 1.45$, $\alpha_m' = 1$, $\beta_m' = 0.4$,

また、 $m = 2$ の場合の α_1 , β_1 , α_2 , β_2 , $\alpha_{1'}$, $\beta_{1'}$, $\alpha_{2'}$, $\beta_{2'}$ は、それぞれ、 m が 3 以上の場合の α_1 , β_1 , α_m , β_m , $\alpha_{1'}$, $\beta_{1'}$, $\alpha_{m'}$, $\beta_{m'}$ とみなす。すなわち、4 Tマークに対しては、 $T_{d1} = 0.95$, $\alpha_1 = 1.05$, $\beta_1 = 1$, $\alpha_2 = 1$, $\beta_2 = 0.4$ とし、5 Tマークに対しては、 $T_{d1'} = 1$, $\alpha_{1'} = 1.05$, $\beta_{1'} = 1.7$, $\alpha_{2'} = 1.2$, $\beta_{2'} = 0.4$ としている。

$m = 1$ 、すなわち 3 Tマークに対しては、 $T_{d1'} = 1.15$, $\alpha_{1'} = 1.2$, $\beta_{1'} = 0.8$ となっている。

この記録方式において、8倍速において、Pbは0.5mWで一定とし、消去パワーPeを4mW、4.5mW、5mW、5.5mWとし、それぞれのPeの場合で、Pwを変化させて、それぞれの記録パワーで10回オーバーライトして特性を評価しても、クロックジッタは20%以上になってしまい良好な結果は得られない。

産業上の利用可能性

本発明によれば、24倍速又は32倍速の高倍速での1ビームオーバーライト可能なCD-RWを得ることができる。さらには、24倍速、32倍速で1ビームオーバーライト可能なだけでなく、24倍速よりも低倍速の線速度においてもオーバーライト可能なCD-RWを得ることができる。

また、本発明によれば、6倍速、8倍速、10倍速、又は12倍速の高倍速での1ビームオーバーライト可能なRW-DVDを得ることができる。さらには、6倍速、8倍速、10倍速、又は12倍速で1ビームオーバーライト可能なだけでなく、6倍速よりも低倍速の線速度においてもオーバーライト可能なRW-DVDを得ることができる。

さらに、本発明によれば、低線速から高線速度までの広い範囲で書き換え型光

記録媒体に良好に記録を行うことができる記録方法を得ることができる。

本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更及び変形が可能であることは、当業者にとって明らかである。

尚、本出願は、2002年2月13日付けで出願された日本出願（特願2002-34827）、2002年3月18日付けで出願された日本出願（特願2002-74818）、2002年4月26日付けで出願された日本出願（特願2002-126491）、2002年10月31日付けで出願された日本出願（特願2002-317858）、及び2002年11月27日付けで出願された日本出願（特願2002-344557）に基づいており、その全体が引用により援用される。

請 求 の 範 囲

1. 案内溝が形成された基板と相変化型記録層とを有してなり、該相変化型記録層の結晶状態の部分を未記録・消去状態に対応させ、該相変化型記録層の非晶質状態の部分を記録状態に対応させて、記録光を照射することにより該記録状態に対応する非晶質マークを形成させる書き換え型光記録媒体において、

線速度 $1. 2 \text{ m/s}$ を基準速度（1倍速） V_1 とし、

基準速度の24倍速の線速度 $V = 24V_1$ 、又は32倍速の線速度 $V = 32V_1$ のいずれか一つを選び、

基準クロック周期 T が $VT = V_1 T_1$ （ただし、 T_1 は 231 nsec である）であるように保ちながら EFM 変調された信号を下記記録方式 CD1-1 又は記録方式 CD1-2 の条件内の1つの記録方式で10回オーバーライト記録した後に、

1倍速での再生によって得られる記録信号のアイパターの変調度 m_{11} が $60\sim80\%$ であり、記録信号のアイパターの反射率の上端値 R_{top} が $15\sim25\%$ であり、且つ各マーク長及び各マーク間のジッタが 35 nsec 以下、

となることを特徴とする書き換え型光記録媒体。

記録方式 CD1-1；

波長 780 nm の光を、開口数 NA が 0.5 の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT (n は 3 から 11 までの整数) としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、(j は $-2.0 \sim 2.0$ なる実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4, \alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は $2 \sim m-1$ の整数であり、 α_i はかかる i によらず $0.7 \sim 1.2$ の間の一一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.7 \sim 1.2, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ と

なるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ ($n - k$) T 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$$

からなる m 個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1, \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($\Delta_1 = 0, 3 \sim 0, 6$)、 $\alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0, 6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0, 6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0, 3 \sim 0, 6, \beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i')$ = $n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $20 \sim 40\text{mW}$ であり、 $P_e / P_w = 0, 2 \sim 0, 6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 α_c 、 $\beta_m (= \beta_m')$ 、 $\beta_1, \Delta_1, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \Delta_m$ は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ m が3の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくするとともに、 β_1 を m が3の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β_1' を m が3の場合の β_1' 又は β_2' のいずれかと等しくする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。

記録方式CD 1-2；

波長 780nm の光を、開口数 NA が $0, 5$ の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT (n は3から11までの整数)としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ ($n - j$) T 、 (j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなるm個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4, \alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は2~ $m-1$ の整数であり、 α_i はかかる*i*によらず $0.7 \sim 1.2$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は3~ $m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.7 \sim 1.2, \beta_m = 0 \sim 2$ 、の順に、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ ($n - k$) T 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$

からなるm個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha'_1 = \alpha_1, \beta'_1 = \beta_1, \alpha'_i = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta'_{i-1} + \alpha'_{i+1} = 2$ (i は3~ $m-1$ の整数)、 $\beta'_{m-1} = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha'_m = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.5 \sim 1.2, \beta'_m = \beta_m$ の順に、 $\sum_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は1~ m の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $2.0 \sim 4.0 \text{ mW}$ であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は1~ m の整数) 内には、 1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1), \beta_1 (= \beta'_1), \alpha_c, \beta_{m-1}, \Delta_{m-1}, \alpha_m, \beta_m, \Delta_m$ は m によらず一定である。また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha'_1, \beta_1, \beta'_1, \alpha_2, \alpha'_2, \beta_2, \beta'_2$ をそれぞれ $m = 3$ の場合の $\alpha_1, \alpha'_1, \beta_2, \beta'_2, \alpha_3, \alpha'_3, \beta_3, \beta'_3$ と等しくする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha'_1 T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta'_1 T$ からなる記録光の照射を行う。

2.24倍速 ($24V_1$) の線速度又は32倍速 ($32V_1$) の線速度における記録において、3Tマーク (時間的長さ3Tを有するマーク。ただしTはデータ基

準クロック周期)と3 Tスペース(時間的長さ3 Tを有するマーク間部)とからなる单一周期信号を記録後、11 Tマーク(時間的長さ11 Tを有するマーク)と11 Tスペース(時間的長さ11 Tを有するマーク間部)とからなる单一周期信号をオーバーライトしたときの3 Tマークの消去比が20 dB以上である請求項1に記載の書き換え型光記録媒体。

3. 線速度 1.2 m/s を基準速度(1倍速) V_1 としたとき、基準速度の8倍速($8V_1$)、10倍速($10V_1$)、12倍速($12V_1$)、16倍速($16V_1$)又は20倍速($20V_1$)の少なくともいずれか一つの線速度において、下記記録方式CD2-1又は記録方式CD2-2の条件内における1つの方式で10回オーバーライト記録した後に、1倍速での再生によって得られる記録信号のアイパターンの変調度 $m_{1,1}$ が $60\sim80\%$ であり、記録信号のアイパターンの反射率の上端値 $R_{t,p}$ が $15\sim25\%$ であり、且つ各マーク長及び各マーク間のジッタが 35 nsec 以下、となる請求項1又は2に記載の書き換え型光記録媒体。

記録方式CD2-1；

波長 780 nm の光を、開口数NAが0.5の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT (nは3から11までの整数)としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (mは3以上の整数)なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、(jは $-2.0\sim2.0$ までの実数)を、

$\alpha_1T, \beta_1T, \alpha_2T, \beta_2T, \dots, \alpha_mT, \beta_mT,$

からなるm個の α_iT と β_iT とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1=0.1\sim1, \alpha_i=0.1\sim1$ (iは $2\sim m-1$ の整数であり、 α_i はかかるiによらず $0.1\sim1$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1+\alpha_2=1.7\sim2.3, \beta_{i-1}+\alpha_i=2$ (iは $3\sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}+\alpha_m=1.7\sim2.3, \alpha_m=0.1\sim1, \beta_m=0\sim2$ の順に、 $\sum_i(\alpha_i+\beta_i)=n-j$ となるように分割し、

$n = 2m+1$ (mは3以上の整数)なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、(kは $-2.0\sim2.0$ までの実数)を、

α_1' T、 β_1' T、 α_2' T、 β_2' T、……、 α_m' T、 β_m' T、からなるm個の α_i' Tと β_i' Tとからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($\Delta_1 = 0.3 \sim 0.6$)、 $\alpha_i' = \alpha_c$ (iは2～m-1の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ (iは3～m-1の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.3 \sim 0.6$ 、 $\beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i')$ = n - kとなるように分割し、

α_1 Tおよび α_i' Tなる時間 (iは1～mの整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワーPwの記録光 (ただし、Pwは20～40mWであり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

β_1 Tおよび β_i' Tなる時間 (iは1～mの整数) 内には、1mW未満のバイアスパワーPbの記録光を照射する。

さらに、mが3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 α_c 、 $\beta_m (= \beta_m')$ 、 β_1 、 Δ_1 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m はmによらず一定である。

また、m=2 (n=4, 5) の場合には、 α_1 、 α_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれmが3の場合の α_1 、 α_1' 、 α_3 、 α_3' 、 β_3 、 β_3' と等しくするとともに、 β_1 をmが3の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β_1' をmが3の場合の β_1' 又は β_2' のいずれかと等しくする。但し、m=2における β_2' に関しては、さらに±0.5の範囲において値を変更しうるものとする。

m=1 (n=3) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1' Tとバイアスパワー照射区間 β_1' Tからなる記録光の照射を行う。

記録方式CD 2-2；

波長780nmの光を、開口数NAが0.5の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さをnT (nは3から11までの整数)としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワーPeを照射し、
 $n = 2m$ (mは3以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ ($n-j$) T、(jは-2, 0～2, 0までの実数) を、

α_1 T、 β_1 T、 α_2 T、 β_2 T、……、 α_m T、 β_m T、

からなるm個の α_i Tと β_i Tとからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 =$

$0 \cdot 1 \sim 1$ 、 $\alpha_i = 0 \cdot 1 \sim 1$ (i は $2 \sim m - 1$ の整数であり、 α_i はかかる i によらず $0 \cdot 1 \sim 1$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1 \cdot 7 \sim 2 \cdot 3$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m - 1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1 \cdot 7 \sim 2 \cdot 3$ 、 $\alpha_m = 0 \cdot 1 \sim 1$ 、 $\beta_m = 0 \sim 2$ 、の順に、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ ($n - k$) T 、(k は $-2 \cdot 0 \sim 2 \cdot 0$ までの実数) を、

$\alpha_1' T$ 、 $\beta_1' T$ 、 $\alpha_2' T$ 、 $\beta_2' T$ 、 \dots 、 $\alpha_m' T$ 、 $\beta_m' T$ 、からなる m 個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $\beta_1 = \beta_1'$ 、 $\alpha_i = \alpha_i'$ (i は $2 \sim m - 1$ の整数)、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m - 1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0 \cdot 6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0 \cdot 6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0 \cdot 5 \sim 1 \cdot 2$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) の順に、 $\sum_i (\alpha_i' + \beta_i') = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $2 \cdot 0 \sim 4 \cdot 0 \text{ mW}$ であり、 $P_e / P_w = 0 \cdot 2 \sim 0 \cdot 6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta_i' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 $\beta_1 (= \beta_1')$ 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m = 3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2, \beta_2', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。

4. 案内溝が形成された基板と相変化型記録層とを有しており、該相変化型記録層の結晶状態の部分を未記録・消去状態に対応させ、該相変化型記録層の非晶質状態の部分を記録状態に対応させて、記録光を照射することにより該記録状態に

対応する非晶質マークを形成させる書き換え型光記録媒体において、

線速度 1.2 m/s を基準速度（1倍速） V_1 としたとき、基準速度の8倍速（ $8V_1$ ）、10倍速（ $10V_1$ ）、12倍速（ $12V_1$ ）、16倍速（ $16V_1$ ）、及び20倍速（ $20V_1$ ）のいずれか一つの線速度を V_{\min} とし、基準速度の24倍速（ $24V_1$ ）又は32倍速（ $32V_1$ ）のいずれか一つの線速度を V_{\max} とした場合に、

V_{\min} 以上で V_{\max} 未満の全ての線速度 V において、

基準クロック周期 T が $VT = V_1 T_1$ （ただし、 T_1 は 231 nsec であり、 V は、 $8V_1$ 、 $10V_1$ 、 $12V_1$ 、 $16V_1$ 、 $20V_1$ 、 $24V_1$ 、 $32V_1$ のいずれかである。）であるように保ちながらEFM変調された信号を前記記録方式CD2-1又は前記記録方式CD2-2の条件内における1つの記録方式で10回オーバーライト記録した後に、1倍速での再生によって得られる記録信号のアイパターンの変調度 m_{11} が $60 \sim 80\%$ であり、記録信号のアイパターンの反射率の上端値 R_{t_p} が $15 \sim 25\%$ であり、且つ各マーク長及び各マーク間のジッタが 35 nsec 以下、となることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の書き換え型光記録媒体。

5. 案内溝が、1倍速に換算したときに搬送周波数約 22.05 kHz であってATIP情報により $\pm 1 \text{ kHz}$ で周波数変調された溝蛇行（ウォブル）信号を有し、該ATIP情報が記録線速度に応じた最適記録パワー P_{w_0} 、最適消去パワー P_{e_0} 、最適バイアスパワー P_{b_0} 及びパルス分割情報の少なくとも1つを含む請求項1乃至4のいずれかに記載の書き換え型光記録媒体。

6. 案内溝が形成された基板と相変化型記録層とを有しており、該相変化型記録層の結晶状態の部分を未記録・消去状態に対応させ、該相変化型記録層の非晶質状態の部分を記録状態に対応させて、記録光を照射することにより該記録状態に対応する非晶質マークを形成させる書き換え型光記録媒体において、

線速度 3.49 m/s を基準速度（1倍速） V_1 とし、

基準速度の6倍速の線速度 $V = 6V_1$ 、8倍速の線速度 $V = 8V_1$ 、10倍速の線速度 $V = 10V_1$ 、及び、12倍速の線速度 $V = 12V_1$ のいずれか一つを選び、

基準クロック周期Tが $V_T = V_1 T_1$ （ただし、 T_1 は3.8.2 nsecである）であるように保ちながらE FM+変調された信号を下記記録方式DVD 1-1又は記録方式DVD 1-2の条件内の1つの記録方式で10回オーバーライト記録した後に、

1倍速での再生によって得られる記録信号のアイパターンの変調度 m_{14} が5.5~8.0%であり、記録信号のアイパターンの反射率の上端値 R_{top} が1.8~3.0%であり、且つ再生信号のクロックジッタが1.5%以下、

となることを特徴とする書き換え型光記録媒体。

記録方式DVD 1-1；

波長650nmの光を、開口数NAが0.65の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT （nは3~11の整数と14）としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワーPeを照射し、

$n = 2m$ （mは3以上の整数）なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、（jは-2.0~2.0なる実数）を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなるm個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4, \alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ （iは2~m-1の整数であり、 α_i はかかるiによらず0.7~1.2の間の一定値 α_c をとる）、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ （iは3~m-1の整数）、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.7 \sim 1.2, \beta_m = 0 \sim 2$ 、の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ なるように分割し、

$n = 2m + 1$ （mは3以上の整数）なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、（kは-2.0~2.0なる実数）を、

$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$

からなるm個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1, \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ （ $\Delta_1 = 0.3 \sim 0.6$ ）、 $\alpha_i' = \alpha_c$ （i=2~m-1の整数）、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ （iは3~m-1の整数）、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ （ $\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$ ）、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ （ $0 < \Delta_m \leq 0.6$ ）、 $\Delta_m = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.3 \sim 0.6, \beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i')$

$= n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $1.0 \sim 4.0 \text{ mW}$ であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha'_1)$ 、 α_c 、 $\beta_m (= \beta'_m)$ 、 β_1 、 Δ_1 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 α_1 、 α'_1 、 α_2 、 α'_2 、 β_2 、 β'_2 をそれぞれ m が 3 の場合の α_1 、 α'_1 、 α_3 、 α'_3 、 β_3 、 β'_3 と等しくするとともに、 β_1 を m が 3 の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 β'_1 を m が 3 の場合の β'_1 又は β'_2 のいずれかと等しくする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha'_1 T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta'_1 T$ からなる記録光の照射を行う。

記録方式 DVD 1-2；

波長 650 nm の光を、開口数 N_A が 0.65 の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを $n T$ (n は $3 \sim 11$ の整数と 14) としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j) T$ 、(j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.7 \sim 1.4$ 、 $\alpha_i = 0.7 \sim 1.2$ (i は $2 \sim m-1$ の整数であり、 α_1 はかかる i によらず $0.7 \sim 1.4$ の間の一定値 α_c をとる)、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3$ 、 $\beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3$ 、 $\alpha_m = 0.7 \sim 1.2$ 、 $\beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n = 2m + 1$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k) T$ 、(k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

α_1' T、 β_1' T、 α_2' T、 β_2' T、……、 α_m' T、 β_m' T、からなるm個の α_i' Tと β_i' Tとからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1$ 、 $\alpha_i' = \alpha_c$ ($i = 2 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.5 \sim 1.2$ 、 $\beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\sum_i (\alpha_i' + \beta_i')$ = n - k となるように分割し、 α_1 T および α_i' T なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $1.0 \sim 4.0$ mW であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

β_1 T および β_i' T なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、mが3以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 $\beta_1 (= \beta_1')$ 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m は m によらず一定である。また、 $m=2$ ($n=4, 5$) の場合には、 $\alpha_1, \alpha_1', \beta_1, \beta_1', \alpha_2, \alpha_2', \beta_2, \beta_2'$ をそれぞれ $m=3$ の場合の $\alpha_1, \alpha_1', \beta_2, \beta_2', \alpha_3, \alpha_3', \beta_3, \beta_3'$ と等しくする。

$m=1$ ($n=3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 α_1' T とバイアスパワー照射区間 β_1' T からなる記録光の照射を行う。

7. 6倍速 ($6V_1$)、8倍速 ($8V_1$)、10倍速 ($10V_1$)、及び12倍速 ($12V_1$) いずれか一つの線速度での記録において、3Tマーク (時間的長さ 3T を有するマーク。ただし T はデータ基準クロック周期) と 3T スペース (時間的長さ 3T を有するマーク間部) とからなる单一周期信号を記録後、14Tマーク (時間的長さ 14T を有するマーク) と 14T スペース (時間的長さ 14T を有するマーク間部) とからなる单一周期信号をオーバーライトしたときの 3T マークの消去比が 20 dB 以上である請求項 6 に記載の書き換え型光記録媒体。

8. 線速度 $3.49 m/s$ を基準速度 (1倍速) V_1 としたとき、基準速度の2倍速 ($2V_1$)、2.5倍速 ($2.5V_1$)、3倍速 ($3V_1$)、4倍速 ($4V_1$) 又は5倍速 ($5V_1$) の少なくともいずれか一つの線速度において、下記記録方

式DVD 2-1 又は記録方式DVD 2-2の条件内における1つの方式で10回オーバーライト記録した後に、1倍速での再生によって得られる記録信号のアイパターンの変調度 m_{14} が55~80%であり、記録信号のアイパターンの反射率の上端値 $R_{t_{op}}$ が18~30%であり、且つ再生信号のクロックジッタが15%以下、となる請求項6又は7に記載の書き換え型光記録媒体。

記録方式DVD 2-1；

波長650nmの光を、開口数NAが0.65の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さをnT（nは3~11の整数と14）としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワーPeを照射し、

$n = 2m$ （mは3以上の整数）なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、（jは-2.0~2.0までの実数）を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなるm個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.1 \sim 1, \alpha_i = 0.1 \sim 1$ （iは2~m-1の整数であり、 α_i はかかるiによらず0.1~1の間の一定値 α_c をとる）、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_1 - \alpha_1 = 2$ （iは3~m-1の整数）、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.1 \sim 1, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$ となるように分割し、

$n = 2m + 1$ （mは3以上の整数）なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、（kは-2.0~2.0までの実数）を、

$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$

からなるm個の $\alpha_i' T$ と $\beta_i' T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1' = \alpha_1, \beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ （ $\Delta_1 = 0.3 \sim 0.6$ ）、 $\alpha_i' = \alpha_c$ （iは2~m-1の整数）、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ （iは3~m-1の整数）、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ （ $\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.6$ ）、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ （ $0 < \Delta_m \leq 0.6$ ）、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.3 \sim 0.6, \beta_m' = \beta_m$ の順に、 $\Sigma_i (\alpha_i' + \beta_i') = n - k$ となるように分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha_i' T$ なる時間（iは1~mの整数）内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワーPwの記録光（ただし、Pwは10~40mWであり、

$P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\alpha_i T$ および $\beta_{i'} T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 α_c 、 $\beta_m (= \beta_m')$ 、 β_1 、 Δ_1 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 α_1 、 $\alpha_{i'}$ 、 α_2 、 $\alpha_{2'}$ 、 β_2 、 $\beta_{2'}$ をそれぞれ m が 3 の場合の α_1 、 α_1' 、 α_3 、 α_3' 、 β_3 、 β_3' と等しくするとともに、 β_1 を m が 3 の場合の β_1 又は β_2 のいずれかと等しくし、 $\beta_{1'}$ を m が 3 の場合の β_1' 又は β_2' のいずれかと等しくする。但し、 $m = 2$ における $\beta_{2'}$ に関しては、さらに ± 0.5 の範囲において値を変更しうるものとする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。

記録方式 D V D 2 - 2 ;

波長 650 nm の光を、開口数 N_A が 0.65 の光学系を介して照射する。

この際、1つの非晶質マークの時間的長さを nT (n は $3 \sim 11$ の整数と 14) としたとき、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化し得る消去パワー P_e を照射し、

$n = 2m$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-j)T$ 、 (j は $-2, 0 \sim 2, 0$ までの実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_{i'} T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が $\alpha_1 = 0.1 \sim 1, \alpha_i = 0.1 \sim 1$ (i は $2 \sim m-1$ の整数であり、 α_i はかかる i によらず $0.1 \sim 1$ の間の一定値 α_c をとる) 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.7 \sim 2.3, \beta_{i-1} + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m-1$ の整数) 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.7 \sim 2.3, \alpha_m = 0.1 \sim 1, \beta_m = 0 \sim 2$ の順に、 $\sum_i (\alpha_i + \beta_{i'}) = n-j$ となるように分割し、

$n = 2m+1$ (m は 3 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n-k)T$ 、 (k は $-2, 0 \sim 2, 0$ までの実数) を、

$\alpha_1' T, \beta_1' T, \alpha_2' T, \beta_2' T, \dots, \alpha_m' T, \beta_m' T,$

からなる m 個の $\alpha_{i'} T$ と $\beta_{i'} T$ とからなる区間に分割し、かつ、各区間が α

$\alpha_1 = \alpha_1$ 、 $\beta_1' = \beta_1$ 、 $\alpha_i' = \alpha c$ (i は $2 \sim m - 1$ の整数)、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i = 2$ (i は $3 \sim m - 1$ の整数)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 0.7$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 0.6$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m = 0.5 \sim 1.2$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) の順に、 $\sum_i (\alpha_i' + \beta_i')$ = $n - k$ となるように分割し、

$\alpha_1 T$ および $\alpha_1' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の記録光 (ただし、 P_w は $1.0 \sim 4.0$ mW であり、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とする) を照射し、

$\beta_1 T$ および $\beta_1' T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、 1 mW 未満のバイアスパワー P_b の記録光を照射する。

さらに、 m が 3 以上の場合には、 $\alpha_1 (= \alpha_1')$ 、 $\beta_1 (= \beta_1')$ 、 αc 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、 Δ_m' は m によらず一定である。

また、 $m = 2$ ($n = 4, 5$) の場合には、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれ $m = 3$ の場合の α_1 、 α_1' 、 β_2 、 β_2' 、 α_3 、 α_3' 、 β_3 、 β_3' と等しくする。

$m = 1$ ($n = 3$) の場合には、一対の記録パワー照射区間 $\alpha_1' T$ とバイアスパワー照射区間 $\beta_1' T$ からなる記録光の照射を行う。

9. 案内溝が形成された基板と相変化型記録層とを有しており、該相変化型記録層の結晶状態の部分を未記録・消去状態に対応させ、該相変化型記録層の非晶質状態の部分を記録状態に対応させて、記録光を照射することにより該記録状態に対応する非晶質マークを形成させる書き換え型光記録媒体において、

線速度 $3.49 m/s$ を基準速度 (1 倍速) V_1 としたとき、基準速度の 2 倍速 ($2V_1$)、2.5 倍速 ($2.5V_1$)、3 倍速 ($3V_1$)、4 倍速 ($4V_1$)、及び 5 倍速 ($5V_1$) のいずれか一つの線速度を V_{min} とし、基準速度の 6 倍速 ($6V_1$)、8 倍速 ($8V_1$)、10 倍速 ($10V_1$) 又は 12 倍速 ($12V_1$) のいずれか一つの線速度を V_{max} とした場合に、

V_{min} 以上 V_{max} 未満の全ての線速度 V において、

基準クロック周期 T が $VT = V_1 T_1$ (ただし、 T_1 は $3.8.2 \text{ nsec}$ であり、 V は、 $2V_1$ 、 $2.5V_1$ 、 $3V_1$ 、 $4V_1$ 、 $5V_1$ 、 $6V_1$ 、 $8V_1$ 、 $10V_1$ 、 1

2 V₁ のいずれかである。) であるように保ちながら EFM + 変調された信号を前記記録方式 D V D 2 - 1 又は前記記録方式 D V D 2 - 2 の条件内における 1 つの記録方式で 10 回オーバーライト記録した後に、1 倍速での再生によって得られる記録信号のアイパターンの変調度 m_{14} が 55 ~ 80 % であり、記録信号のアイパターンの反射率の上端値 R_{t0p} が 18 ~ 30 % であり、且つ再生信号クロックジッタが 15 % 以下、となることを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれかに記載の書き換え型光記録媒体。

10. 案内溝が、基準クロック周期 T の 32 倍の周期であって A D I P 情報により位相変調された溝蛇行（ウォブル）信号を有し、該 A D I P 情報が記録線速度に応じた最適記録パワー P_{w0} 、最適消去パワー P_{e0} 、最適バイアスパワー P_{b0} 及びパルス分割情報の少なくとも 1 つを含むように予め基板に記載してなる請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の書換え型光記録媒体。

11. 案内溝が、基準クロック周期 T の 156 倍の周期で振動する溝蛇行（ウォブル）信号を有し、記録線速度に応じた最適記録パワー P_{w0} 、最適消去パワー P_{e0} 、最適バイアスパワー P_{b0} 及びパルス分割情報の少なくとも 1 つを予め基板に記載してなる請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の書換え型光記録媒体。

12. 前記相変化型記録層が Sb を主成分とする組成である請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の書き換え型光記録媒体。

13. 前記相変化型記録層がさらに Ge 及び／又は Te を含有し、前記相変化型記録層中における Ge の含有量が 1 原子% 以上 30 原子% 以下であり、Te の含有量が 0 原子% 以上 30 原子% 以下である請求項 12 に記載の書き換え型光記録媒体。

14. 前記相変化型記録層が Te を 10 原子% 以上含有し、前記相変化型記録層中において Sb / Te が 4.5 以上であり、Ge と Te との原子比を 1 : 3 ~ 1 : 20 とする請求項 12 又は 13 に記載の書き換え型光記録媒体。

15. 前記相変化型記録層が、 $Ge_y(Sb_xTe_{1-x})_{1-y}$ （ただし、 $0.01 \leq y \leq 0.06$ 、 $0.82 \leq x \leq 0.9$ ）で表される組成を主成分とする合金である請求項14に記載の書き換え型光記録媒体。

16. 前記相変化型記録層が、 $M_zGe_y(Sb_xTe_{1-x})_{1-y-z}$ （ $0.01 \leq z \leq 0.1$ 、 $0.01 \leq y \leq 0.06$ 、 $0.82 \leq x \leq 0.9$ ）であり、MはGa及びInからなる群から選ばれた少なくとも一種の元素を表す。）で表される組成を主成分とする合金である請求項15に記載の書き換え型光記録媒体。

17. Sb/Te比が5.5以上7.3以下の範囲にある請求項15又は16に記載の書き換え型光記録媒体。

18. レーザー光を用いて書き換え型光記録媒体を初期結晶化する際に、前記レーザー光に対して前記光記録用媒体の線速度が $0.1\text{m/s} \sim 3\text{m/s}$ となるようにしてレーザー光を照射することにより初期結晶化がなされる請求項15乃至17のいずれかに記載の書き換え型光記録媒体。

19. 前記相変化型記録層中のTe含有量が10原子%未満であり、Geの含有量が1原子%以上30原子%以下である請求項12又は13に記載の書き換え型光記録媒体。

20. 前記相変化型記録層が、 $Te_\gamma M1_\beta (Ge_\alpha Sb_{1-\alpha})_{1-\beta-\gamma}$ （ただし、 $0.01 \leq \alpha \leq 0.3$ 、 $0 \leq \beta \leq 0.3$ 、 $0 \leq \gamma < 0.1$ 、 $2 \leq \beta/\gamma$ 、 $0 < \beta + \gamma \leq 0.4$ ）であり、M1はIn、Ga、及びSnからなる群から選ばれる一つである。）で表される組成を主成分とする合金である請求項19に記載の書き換え型光記録媒体。

21. 前記相変化型記録層の膜厚が $10 \sim 30\text{nm}$ である請求項1乃至20のいずれかに記載の書き換え型光記録媒体。

2 2. 前記書き換え型光記録媒体がさらに反射層を有し、反射層の面積抵抗率が $0.05 \Omega/\square$ 以上 $0.2 \Omega/\square$ 以下である請求項 1 乃至 2 1 のいずれかに記載の書き換え型光記録媒体。

2 3. 変調度 m_{11} 及び、結晶状態の反射率 $R_{t_{op}}$ のいずれもが、温度 105°C の加速試験環境下で 3 時間後保持した後においても、その初期値の 90 % 以上を維持する請求項 1 乃至 2 2 のいずれかに記載の書き換え型光記録媒体。

2 4. 請求項 1 乃至 2 3 のいずれかに記載の書換え型光記録媒体に用いる記録方法であって、

情報を複数の記録マーク長及び記録マーク間長により記録するにあたり、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の光を照射して記録マーク間を形成するとともに、

一つの記録マークの時間的長さを nT (T は基準クロック周期)としたときに、

$n = 2m$ (m は 1 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j)T$ (j は $-2.0 \sim 2.0$ なる実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ からなる区間 (ただし $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$) に分割し、

$n = 2m + 1$ (m は 1 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k)T$ 、(k は $-2.0 \sim 2.0$ なる実数) を、

$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ からなる区間 (ただし、 $\sum_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$) に分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の光を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、バイアスパワー P_b の光を照射することによって、時間的長さ nT の記録マークを形成する書換え型光記録媒体への記録方法であって、

$m \geq 3$ では、

$n = 2m$ の記録マークにおいては、 nT マークの開始時間を T_0 とするとき、

(i) T_0 から遅延時間 $T_{d1} T$ 後に $\alpha_1 T$ が発生された後、

(i i) $i = 2 \sim m$ においては、 $\beta_{i-1} + \alpha_i$ が概ね周期 2 (但し、 $i = 2$ 及び／又は $i = m$ における $\beta_{i-1} + \alpha_i$ は、 ± 0.5 の範囲で概ね周期 2 からずらしてもよい。また、 $m \geq 4$ の場合、 $i = 3 \sim m-1$ においては β_{i-1} 及び α_i は、それぞれ一定値 β_c 及び α_c をとる。) を保ちながら、 $\beta_{i-1} T$ 及び $\alpha_i T$ がこの順に交互に発生された後、

(i i i) $\beta_m T$ が発生され、

$n = 2m + 1$ の記録マークにおいては、 nT マークの開始時間を T_0 とするとき、

(i) T_0 から遅延時間 $T_{d1}' T$ 後に $\alpha_1' T$ が発生された後、

(i i) $i = 2 \sim m$ においては、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ が概ね周期 2 (但し、 $i = 2$ 及び／又は $i = m$ における $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ は、 ± 2 の範囲で概ね周期 2 からずらしてもよい。また、 $m \geq 4$ の場合、 $i = 3 \sim m-1$ においては β_{i-1}' 及び α_i' は、それぞれ一定値 β_c 及び α_c をとる。) を保ちながら、 $\beta_{i-1}' T$ 及び $\alpha_i' T$ がこの順に交互に発生された後、

(i i i) $\beta_m' T$ が発生され、

同一の m における、 $n = 2m$ の記録マーク及び $n = 2m + 1$ の記録マークにおいて、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とし、かつ、 (T_{d1}, T_{d1}') 、 (α_1, α_1') 、 (β_1, β_1') 、 $(\beta_{m-1} \text{ と } \beta_{m-1}')$ 、及び $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ から選ばれる一組以上が異なる値をとることを特徴とする記録方法。

25. $m \geq 3$ の同一の m における $n = 2m$ の記録マーク及び $n = 2m + 1$ の記録マークにおいて、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ かつ $\beta_1 \neq \beta_1'$ とし、かつ、 (T_{d1}, T_{d1}') 、 $(\alpha_1 \text{ と } \alpha_1')$ 、 $(\beta_{m-1} \text{ と } \beta_{m-1}')$ 、及び $(\beta_m \text{ と } \beta_m')$ から選ばれる一組以上が異なる値をとる請求項 24 に記載の記録方法。

26. α_m 及び α_m' の関係を $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$) とし、 β_1 及び β_1' の関係を $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($0 < \Delta_1 \leq 1$) とする請求項 25 に記載の光記

録方法。

27. 3以上のmにおいては、 $T_{d1}' = T_{d1}$ 、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.5 \sim 2.5$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.5 \sim 2.5$ 、 $\beta_1' = \beta_1 + \Delta_1$ ($0 < \Delta_1 \leq 1$)、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$)、 $\Delta_{mm} = \Delta_{m-1} + \Delta_m$ 、 $0 < \Delta_{mm} \leq 1$ 、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ ($\Delta_m' = 0 \sim 1$) 関係を満たし、かつ、 T_{d1} 、 α_1 、 β_1 、 Δ_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' は、3以上のmにおいてはmによらず一定であることを特徴とする請求項25又は26に記載の光記録方法。

28. $m=2$ においては、 α_1 、 α_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれmが3以上の場合のいずれかのmにおける α_1 、 α_1' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくする（ただし β_2' に関しては、さらに±0.5の範囲において、値を変更しうるものとする）とともに、 β_1 をmが3以上の場合のいずれかのmにおける β_1 又は β_{m-1} のいずれかと等しくし、 β_1' をmが3以上の場合のいずれかのmにおける β_1' 又は β_{m-1}' のいずれかと等しくする請求項25乃至27のいずれかに記載の光記録方法。

29. 3以上のmにおいては、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_c$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ 、及び $\alpha_m = \alpha_c$ のうち少なくとも一つの式が成り立つ請求項25乃至28のいずれかに記載の光記録方法。

30. $m=2$ においても、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1' = \alpha_c$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、及び $\alpha_2 = \alpha_c$ のうち少なくとも一つの式が成り立つ請求項29に記載の光記録方法。

31. 記録線速度を基準線速度 $V_1 = 1.2 \sim 1.4 m/s$ の32倍速以下のいずれかの線速度とし、E FM変調された情報を複数の記録マーク長及び記録マーク間長により記録するにあたり、一つの記録マークの時間的長さをnTとし（nは3～11までの整数）、消去パワーPeと記録パワーPwとの比を、 P_e/P_w

$w = 0.2 \sim 0.6$ とし、バイアスパワー P_b を、 $P_b \leq 0.2 P_e$ とする請求項 24 乃至 30 のいずれかに記載の光記録方法。

32. 記録線速度を基準線速度 $V_1 = 3.49 \text{ m/s}$ の 1.2 倍速以下のいずれかの線速度とし、E FM + 変調された情報を複数の記録マーク長及び記録マーク間長により記録するにあたり、一つの記録マークの時間的長さを nT とし (n は 3 ~ 11までの整数と 14)、消去パワー P_e と記録パワー P_w との比を、 $P_e / P_w = 0.2 \sim 0.6$ とし、バイアスパワー P_b を、 $P_b \leq 0.2 P_e$ とする請求項 24 乃至は 30 に記載の光記録方法。

33. 書換え型光記録媒体に対して、情報を複数の記録マーク長及び記録マーク間長により記録するにあたり、

記録マーク間に対しては、非晶質を結晶化しうる消去パワー P_e の光を照射して記録マーク間を形成するとともに、

一つの記録マークの時間的長さを nT (T は基準クロック周期)としたときに、 $n = 2m$ (m は 1 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - j)T$ (j は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$

からなる m 個の $\alpha_i T$ と $\beta_i T$ からなる区間 (ただし $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) = n - j$) に分割し、

$n = 2m + 1$ (m は 1 以上の整数) なる記録マークに対しては、そのうちの時間的長さ $(n - k)T$ 、(k は $-2, 0 \sim 2, 0$ なる実数) を、

$\alpha'_1 T, \beta'_1 T, \alpha'_2 T, \beta'_2 T, \dots, \alpha'_m T, \beta'_m T,$

からなる m 個の $\alpha'_i T$ と $\beta'_i T$ からなる区間 (ただし、 $\sum_i (\alpha'_i + \beta'_i) = n - k$) に分割し、

$\alpha_i T$ および $\alpha'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、記録層を溶融するに足る一定の記録パワー P_w の光を照射し、

$\beta_i T$ および $\beta'_i T$ なる時間 (i は $1 \sim m$ の整数) 内には、バイアスパワー P_b の光を照射することによって、時間的長さ nT の記録マークを形成する書換え型光記録媒体への記録方法であって、

$m \geq 3$ では、

$n = 2m$ の記録マークにおいては、 nT マークの開始時間を T_0 とするとき、

(i) T_0 から遅延時間 $T_{d1} T$ 後に $\alpha_1 T$ が発生された後、

(ii) $i = 2 \sim m$ においては、 $\beta_{i-1} + \alpha_i$ が概ね周期 2 (但し、 $i = 2$ 及び／又は $i = m$ における $\beta_{i-1} + \alpha_i$ は、 ± 0.5 の範囲で概ね周期 2 からずらしてもよい。また、 $m \geq 4$ の場合、 $i = 3 \sim m-1$ においては β_{i-1} 及び α_i は、それぞれ一定値 β_c 及び α_c をとる。) を保ちながら、 $\beta_{i-1} T$ 及び $\alpha_i T$ がこの順に交互に発生された後、

(iii) $\beta_m T$ が発生され、

$n = 2m+1$ の記録マークにおいては、 nT マークの開始時間を T_0 とするとき、

(i) T_0 から遅延時間 $T_{d1}' T$ 後に $\alpha_1' T$ が発生された後、

(ii) $i = 2 \sim m$ においては、 $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ が概ね周期 2 (但し、 $i = 2$ 及び／又は $i = m$ における $\beta_{i-1}' + \alpha_i'$ は、 ± 2 の範囲で概ね周期 2 からずらしてもよい。また、 $m \geq 4$ の場合、 $i = 3 \sim m-1$ においては β_{i-1}' 及び α_i' は、それぞれ一定値 β_c 及び α_c をとる。) を保ちながら、 $\beta_{i-1}' T$ 及び $\alpha_i' T$ がこの順に交互に発生された後、

(iii) $\beta_m' T$ が発生され、

同一の m における、 $n = 2m$ の記録マーク及び $n = 2m+1$ の記録マークにおいて、 $T_{d1} = T_{d1}'$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $\beta_1 = \beta_1'$ 、 $\alpha_m \neq \alpha_m'$ とし、かつ (β_{m-1} と β_{m-1}') 又は (β_m と β_m') の一組以上が異なる値をとることを特徴とする書換え型光記録媒体への記録方法。

3 4. 3 以上の m においては、同一分割数 m において、 n が奇数である場合の $\beta_{m-1}' + \alpha_m' + \beta_m'$ は、 n が偶数である場合の $\beta_{m-1} + \alpha_m + \beta_m$ よりも、 $0.5 \sim 1.5$ 大きい請求項 3 3 に記載の光記録方法。

3 5. 3 以上の m においては、 $T_{d1}' = T_{d1}$ 、 $\alpha_1' = \alpha_1$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 1.5 \sim 2.5$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 1.5 \sim 2.5$ 、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$)、 $\alpha_m' = \alpha_m + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$)、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ ($\Delta_m' =$

$0 \sim 1$)、 $\Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m' = 0$ 。5~1.5、の関係を満たし、かつ、 T_d ₁、 α_1 、 β_1 、 α_c 、 β_{m-1} 、 Δ_{m-1} 、 α_m 、 β_m 、及び Δ_m' は、mによらず一定とし、 Δ_m は、mに応じて Δ_{m1} 又は Δ_{m2} のいずれかの値をとることを特徴とする請求項33又は34に記載の光記録方法。

36. m=2においては、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' を、それぞれ、m=3以上の場合のいずれかのmにおける α_1 、 α_1' 、 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' と等しくすることを特徴とする請求項33乃至35のいずれかに記載の光記録方法。

37. 3以上のmにおいては $\Delta_m = \Delta_{m1} = \Delta_{m2}$ である請求項33乃至36のいずれかに記載の光記録方法。

38. 3以上のmにおいては、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_c$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、 $\beta_{m-1} + \alpha_m = 2$ 、及び $\alpha_m = \alpha_c$ のうち少なくとも一つの式が成り立つ請求項33乃至37のいずれか一つに記載の光記録方法。

39. m=2においても、 $T_{d1} + \alpha_1 = T_{d1}' + \alpha_1' = 2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $\beta_1 + \alpha_2 = 2$ 、及び $\alpha_2 = \alpha_c$ のうち少なくとも一つの式が成り立つ請求項38に記載の光記録方法。

40. 3以上のmにおいては、同一分割数mにおいて、 $T_{d1}' = T_{d1}$ 、 $\alpha_1 = \alpha_1'$ 、 $T_{d1} + \alpha_1 = 2$ 、 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \Delta_{m-1}$ ($\Delta_{m-1} = 0 \sim 1$)、 $\alpha_m' = \alpha_c + \Delta_m$ ($0 < \Delta_m \leq 1$)、 $\Delta_{m-1} + \Delta_m + \Delta_m' = 0$ 。5~1.5、 $\beta_m' = \beta_m + \Delta_m'$ 、 $\Delta_m' = 0 \sim 1$ の関係を満たし、かつ、 α_1 、 α_c 、 Δ_{m-1} 、 Δ_m 、 β_m 、 Δ_m' は、mによらず一定とし、

m=2の場合には、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_2 、 α_2' 、 β_2 、 β_2' をそれぞれm=3の場合の α_1 、 α_1' 、 β_2 (= β_c)、 β_2' (= $\beta_c + \Delta_{m-1}$)、 α_3 (= α_c)、 α_3' (= $\alpha_c + \Delta_m$)、 β_3 、 β_3' (= $\beta_3 + \Delta_m'$)と等しくする請求項35に記載の光記録方法。

4 1 . $n = 3$ における α_1' が、4 以上の n における α_1' よりも大きい請求項 3 3 乃至 4 0 のいずれかに記載の光記録方法。

4 2 . $n = 3, 5$ における T_{d1}' をそれぞれ、 T_{d1a}, T_{d1c} とし、 $n = 4$ における T_{d1} を T_{d1b} とし、6 以上の n における T_{d1}, T_{d1}' を T_{d1d} とするとき、 $T_{d1a}, T_{d1b}, T_{d1c}$ のうちの少なくとも一つは、 T_{d1d} とは異なる値することを特徴とする請求項 3 3 乃至 4 1 のいずれかに記載の光記録方法。

4 3 . 前記書き換え型光記録媒体が円盤状のディスクであり、同一ディスク面内において、1 倍速基準速度（CD の場合は $1.2 \text{ m/s} \sim 1.4 \text{ m/s}$ 、DVD の場合は 3.49 m/s ）で CLV 記録されたコンパクトディスクと同一となるよう記録線密度を一定としながら複数の記録線速度で記録を行う光記録方法であって、

記録線速度のうちの最大線速度 V_{max} は、CD の場合は 20 倍速、24 倍速、又は 32 倍速のいずれかであり、DVD の場合は 6 倍速、8 倍速、10 倍速、又は 12 倍速のいずれかであり、

該 V_{max} における $\alpha_i = \alpha_{imax}$ ($i = 1 \sim m$) を $0.5 \sim 2$ とし、かつ該 V_{max} における $\alpha_i' = \alpha_{imax}'$ ($i = 1 \sim m$) を $0.5 \sim 2$ とし、低線速度ほど α_i 及び α_i' ($i = 1 \sim m$) をそれぞれ単調に減少させる請求項 2 4 乃至 4 2 のいずれかに記載の光記録方法。

4 4 . 最小線速度 V_{min} を CD の場合は 8 倍速、10 倍速、12 倍速、又は 16 倍速のいずれとし、DVD の場合は 2.5 倍速、3 倍速、4 倍速、又は 5 倍速のいずれかとするとき、

前記 V_{min} から前記 V_{max} までの線速度範囲においては、3 以上の m において、 $T_{d1} + \alpha_1, T_{d1}' + \alpha_1', \beta_{i-1} + \alpha_i = 2, \beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2$ ($i = 3 \sim m - 1$)、がそれぞれ線速度によらず一定である請求項 4 3 に記載の光記録方法。

4 5 . 使用するいずれの線速度においても $\beta_m = 0 \sim 2$ 及び $\beta_m' = 0 \sim 3$ とし、かつ、 β_m 及び β_m' を線速度が低いほど単調に増加させる請求項 4 3 又は 4 4 に記載の書換え型光記録媒体への記録方法。

4 6 . Δ_m' を低線速度ほど単調に増加させることを特徴とする請求項 4 3 乃至 4 5 のいずれかに記載の光記録方法。

4 7 . $n = 3$ における T_{d1}' 、 α_1' 、 β_1' のうち、 T_{d1}' 及び β_1' は低線速度ほど単調に増加させ、 α_1' は、低線速度ほど単調に減少させる請求項 4 3 乃至 4 6 のいずれかに記載の光記録方法。

4 8 . 使用するいずれの線速度においても、 $\beta_i T$ ($i = 1 \sim m$) 及び $\beta_i' T$ ($i = 1 \sim m - 1$) を 2 ナノ秒以上とする請求項 4 3 乃至 4 7 のいずれかに記載の光記録方法。

4 9 . 前記円盤状の書換え型光記録媒体に EFM 変調された情報を複数のマーク長により記録するに当たり、

線速度 1. $2 \text{ m/s} \sim 1.4 \text{ m/s}$ を基準速度（1倍速）として、前記光記録媒体の記録領域最外周での線速度が 20 倍速以上となるように前記光記録媒体を回転させる請求項 4 3 乃至 4 8 のいずれかに記載の光記録方法。

5 0 . 前記記録領域最内周での線速度を該基準線速度の 16 倍速以上とし、かつ外周ほど記録線速度が高くなるようになるように該ディスクを回転させる請求項 4 9 に記載の光記録方法。

5 1 . 前記記録領域を一定半径毎に仮想的な複数のゾーンに区切り、 $\beta_m = 0 \sim 3$ とし、かつ、 β_m を内周のゾーンほど単調に大きくし、 α_i 、 α_i' を内周のゾーンほど単調に小さくする請求項 4 9 又は 5 0 に記載の光記録方法。

5 2 . いずれの半径位置においても、 P_b 、 P_w 及び P_e / P_w の値がほぼ一

定である請求項 4 9 乃至 5 1 のいずれかに記載の光記録方法。

5 3. 前記円盤状の書換え型光記録媒体に E F M + 変調された情報を複数のマーク長により記録するに当たり、

線速度 3. 4 9 m / s を基準速度（1 倍速）として、前記光記録媒体の記録領域最外周での線速度が 6 倍速以上となるように前記光記録媒体を回転させる請求項 4 3 乃至 4 8 のいずれかに記載の光記録方法。

5 4. 前記記録領域最内周での線速度を該基準線速度の 6 倍速以上とし、かつ外周ほど記録線速度が高くなるようになるように該ディスクを回転させる請求項 5 3 に記載の光記録方法。

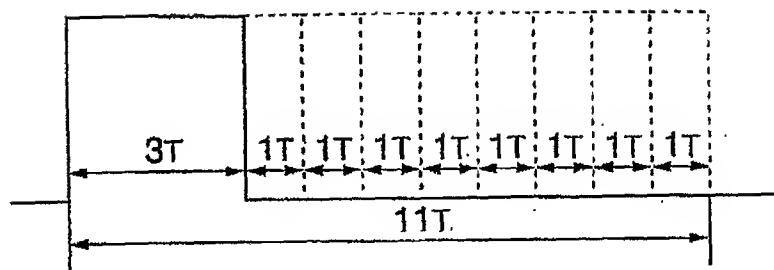
5 5. 前記記録領域を一定半径毎に仮想的な複数のゾーンに区切り、 $\beta_m = 0 \sim 3$ とし、かつ、 β_m を内周のゾーンほど単調に大きくし、 α_i, α_i' を内周のゾーンほど単調に小さくする請求項 5 3 又は 5 4 に記載の光記録方法。

5 6. いずれの半径位置においても、 P_b, P_w 、及び P_e / P_w の値がほぼ一定である請求項 5 3 乃至 5 5 のいずれか 1 つに記載の光記録方法。

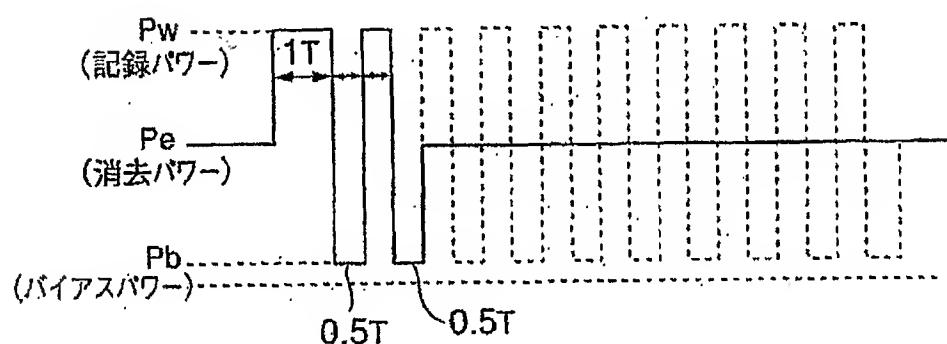
1 / 67

図1

(a)

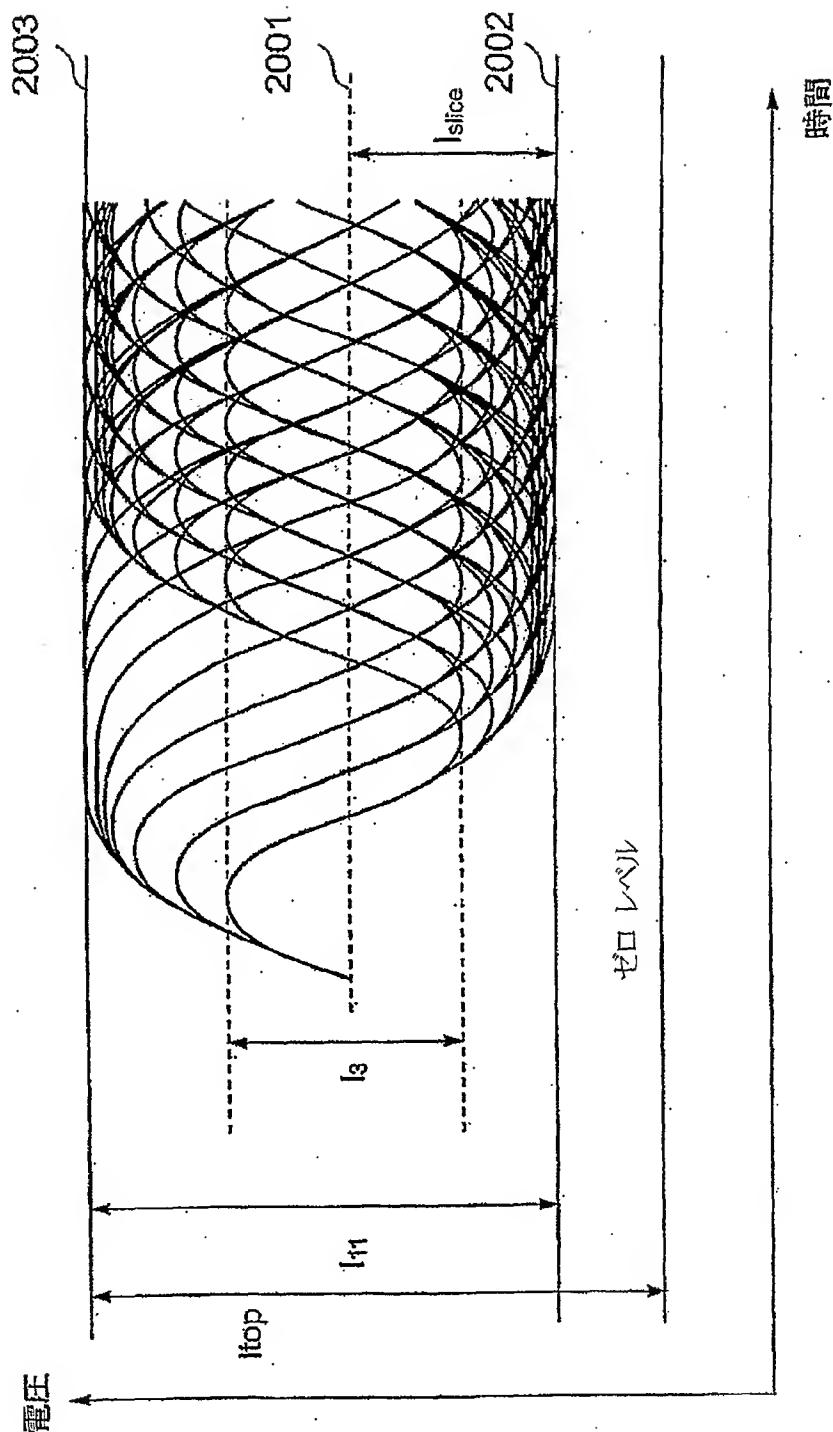


(b)



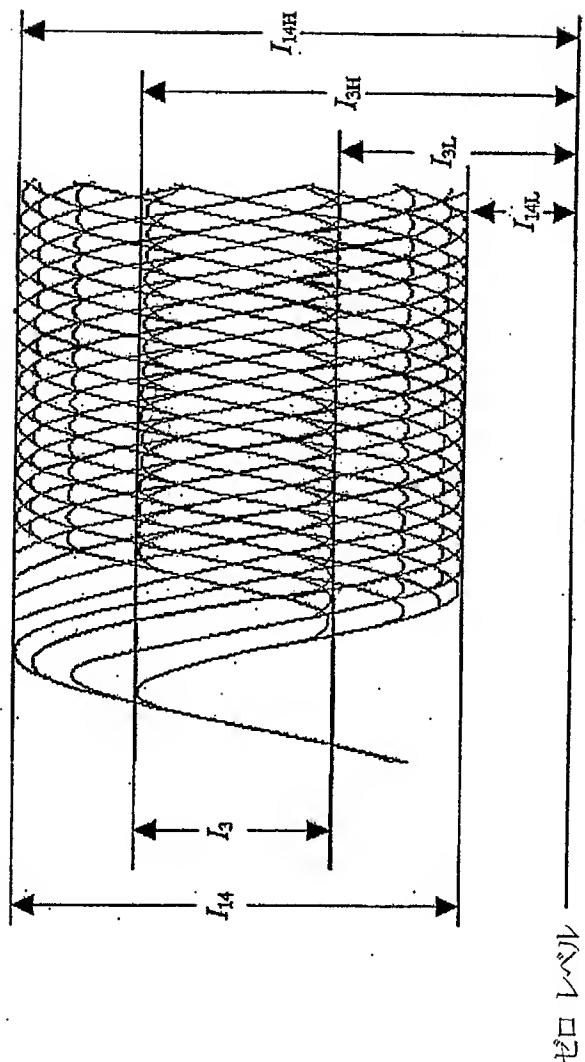
2 / 67

図2 (a)



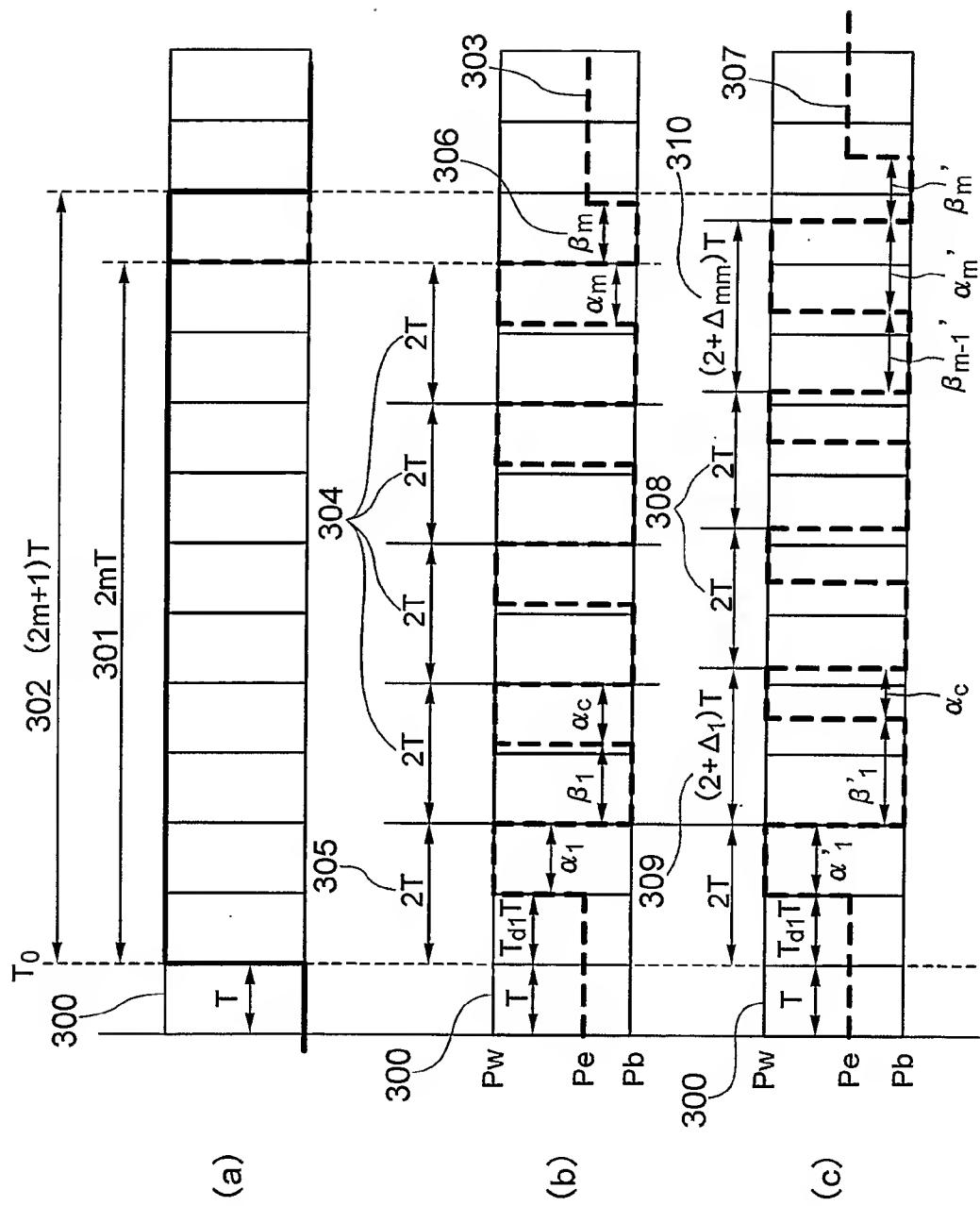
3 / 67

図2 (b)



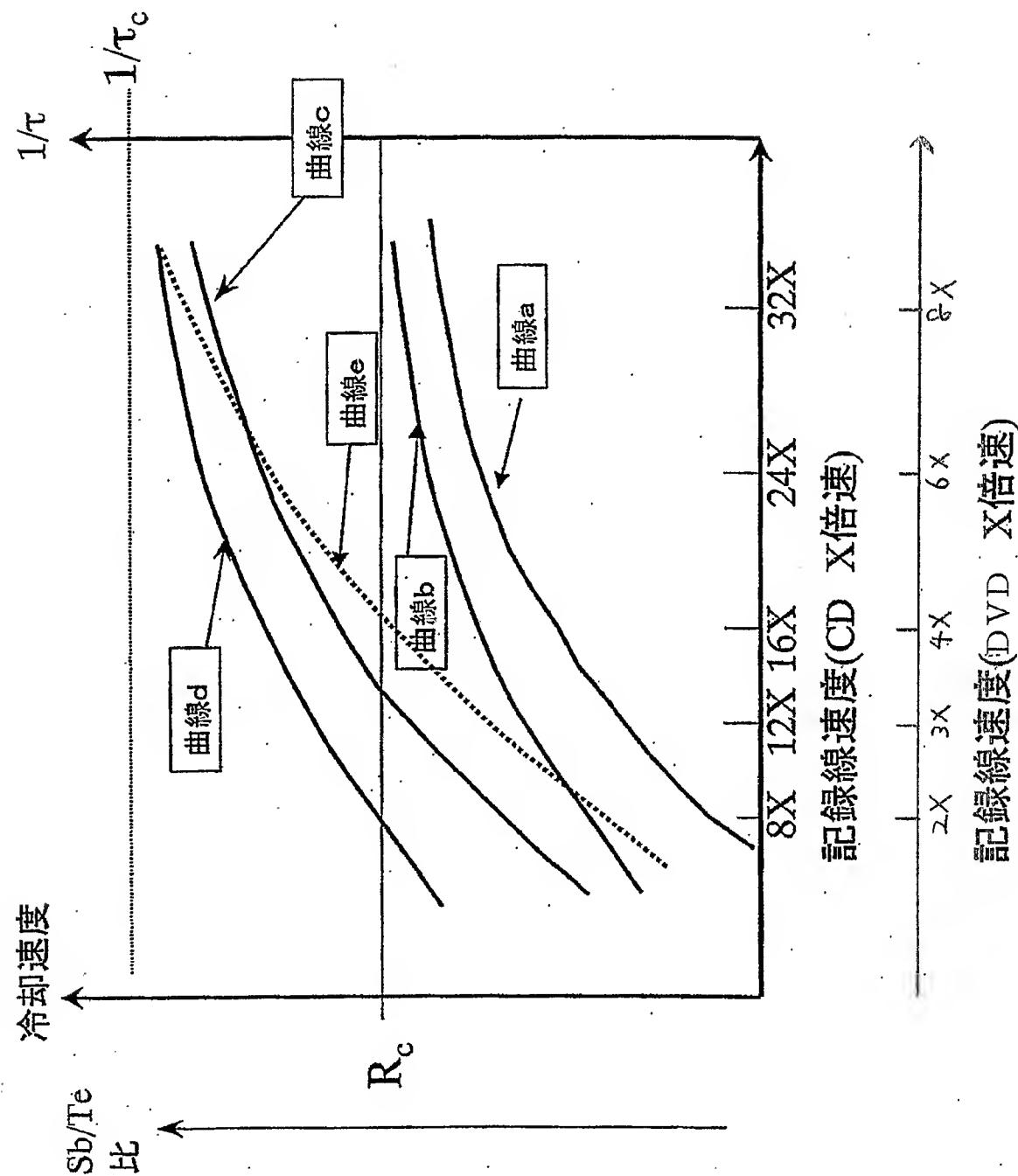
4 / 67

図3



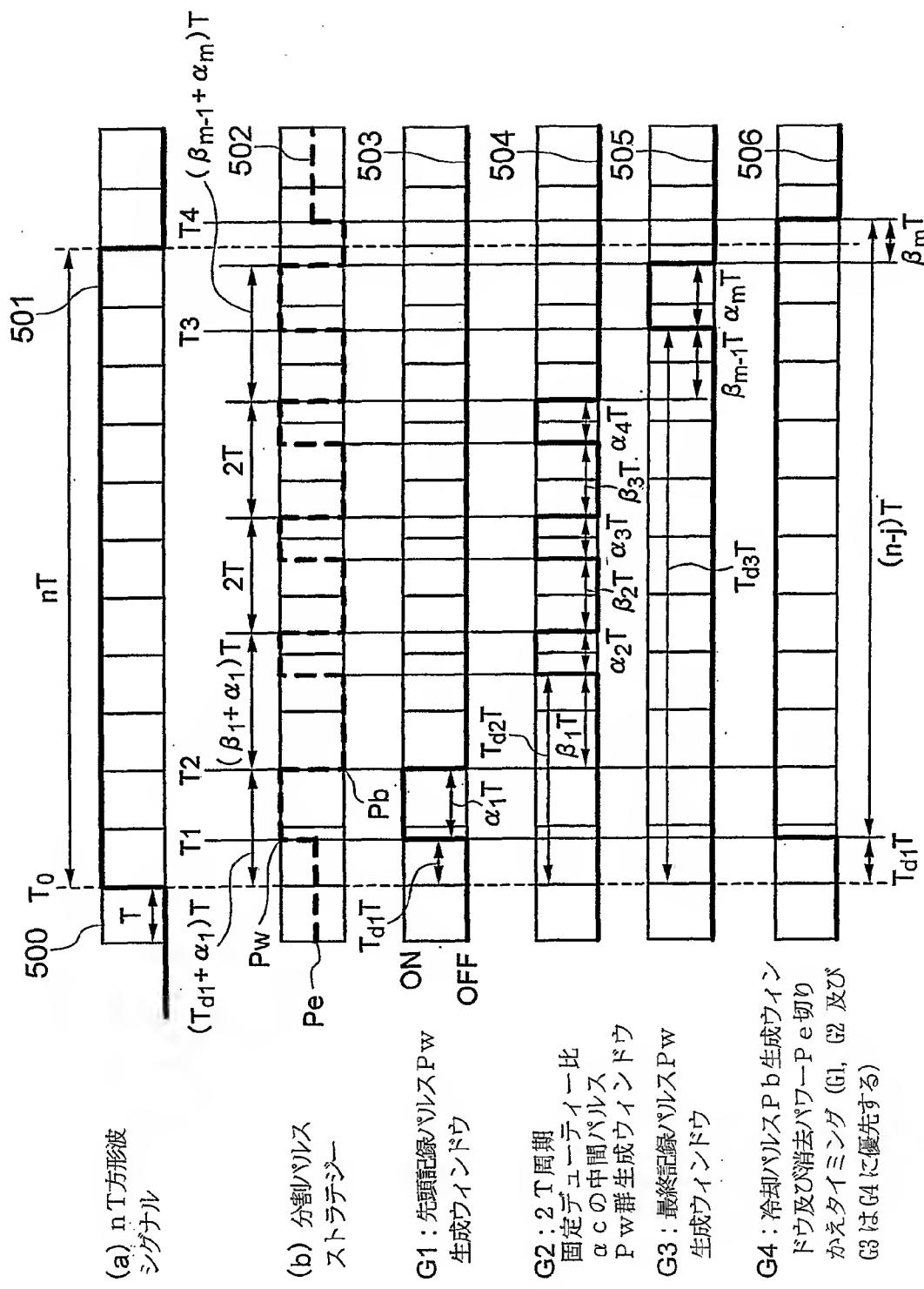
5 / 67

図4



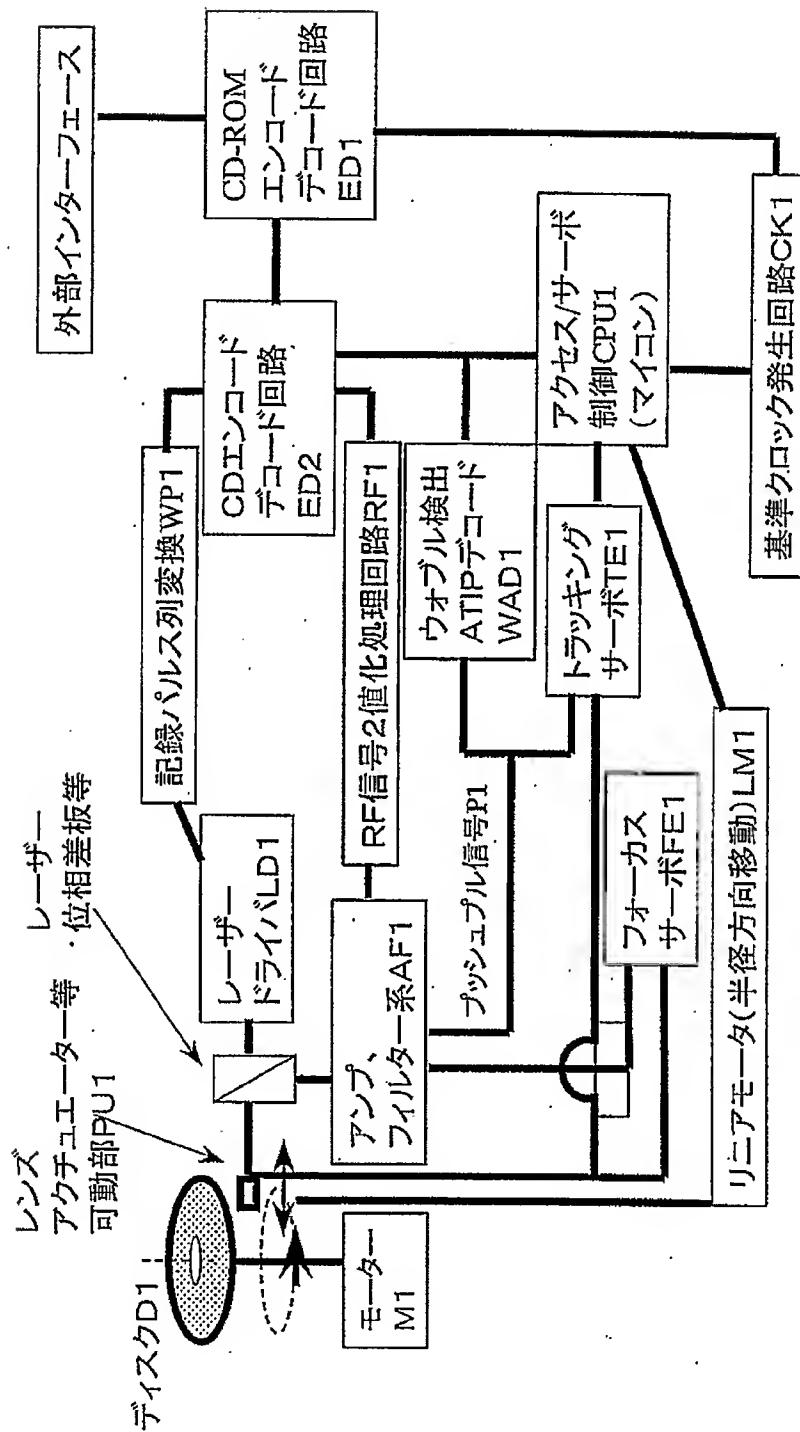
6 / 67

図5



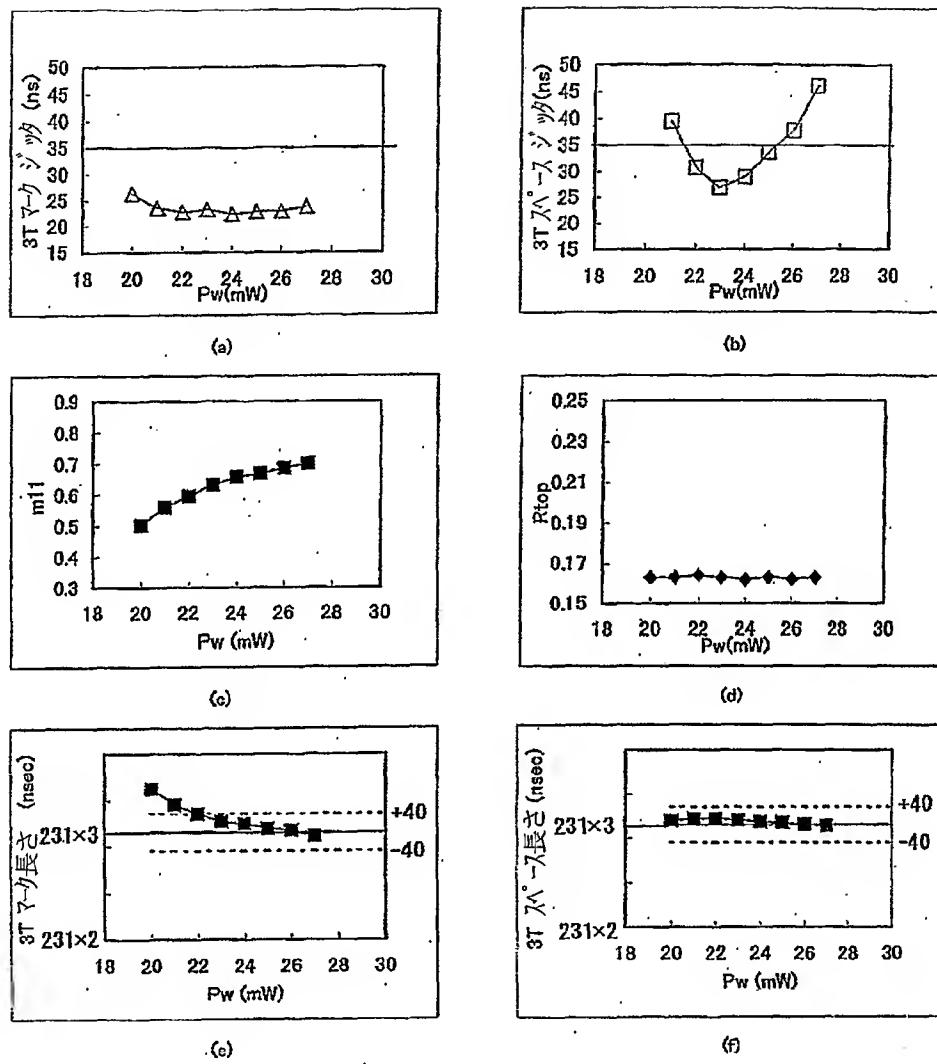
7 / 67

図6



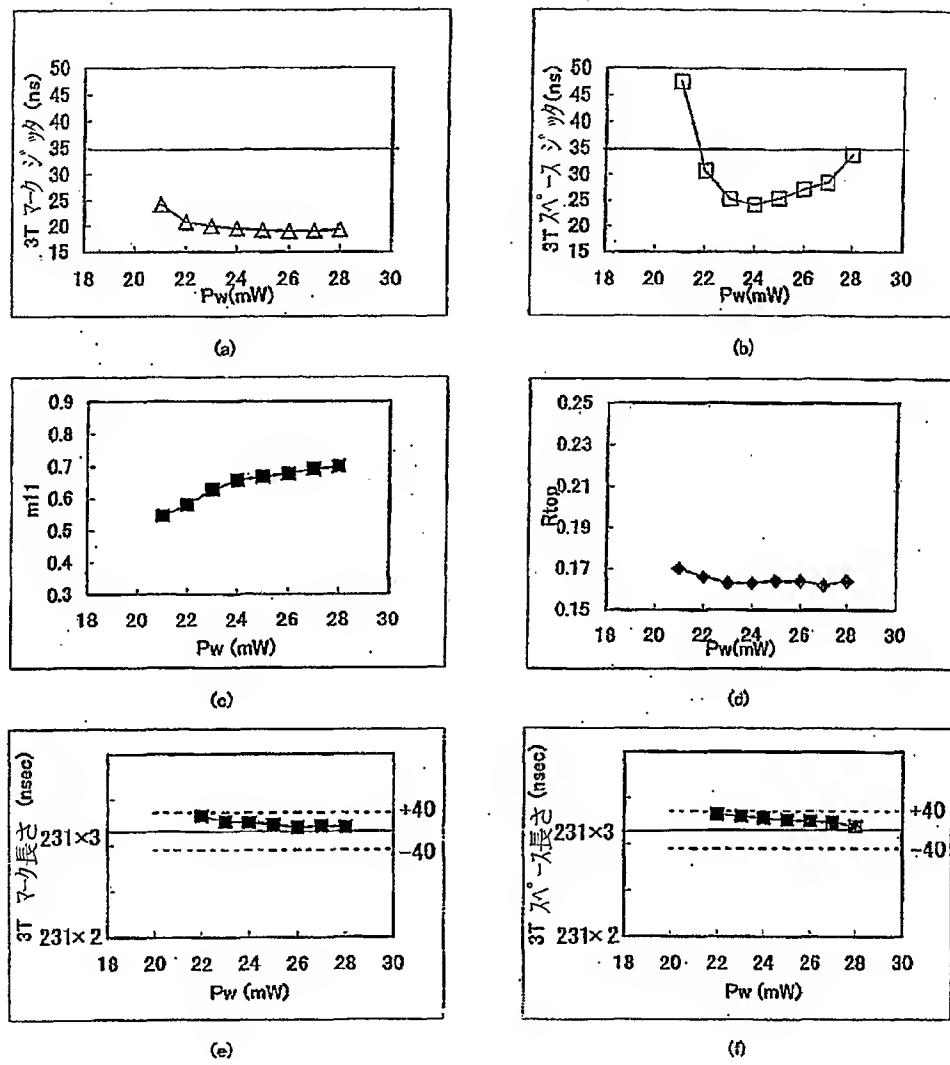
8 / 67

図7



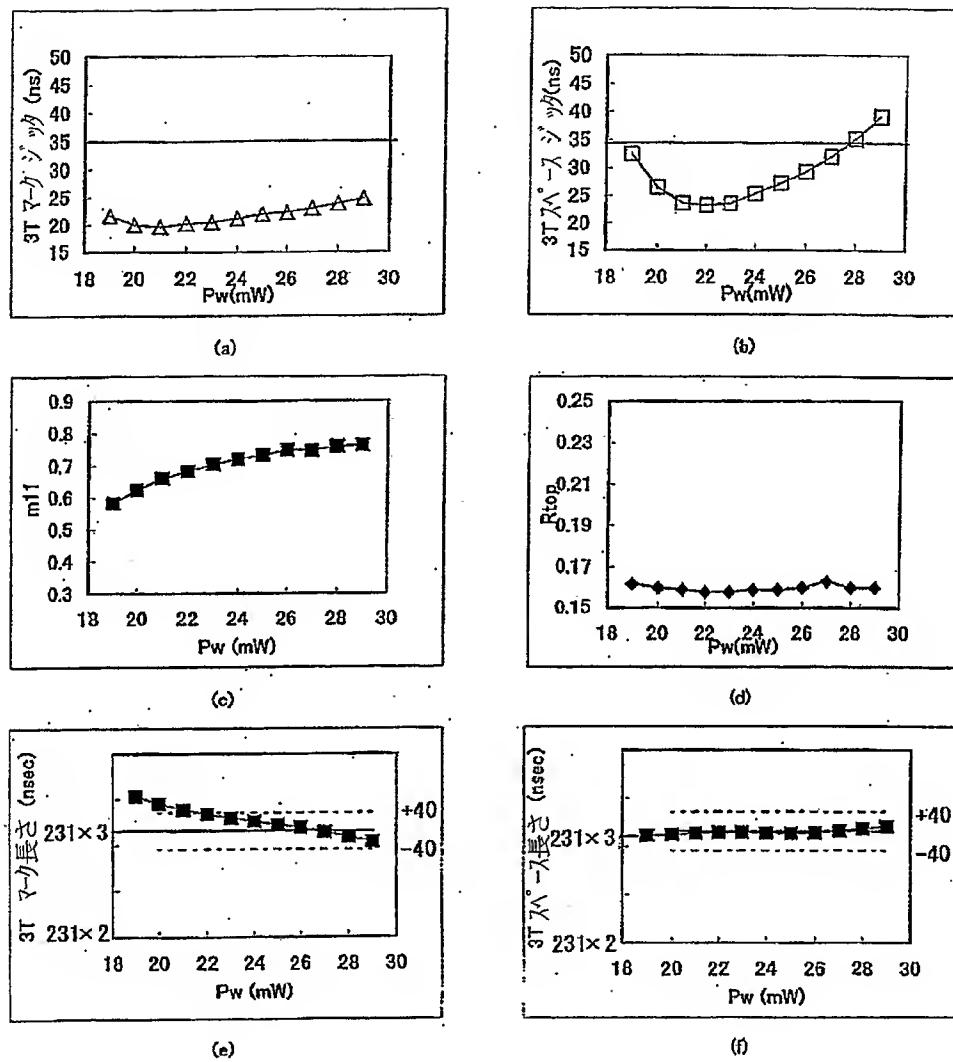
9 / 67

図 8



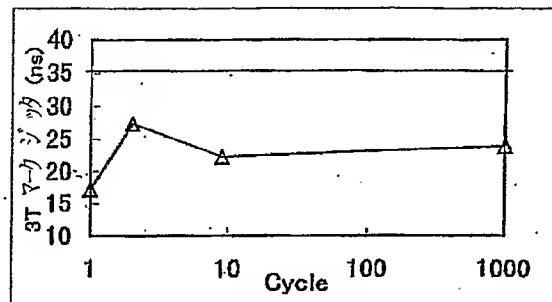
10 / 67

図9

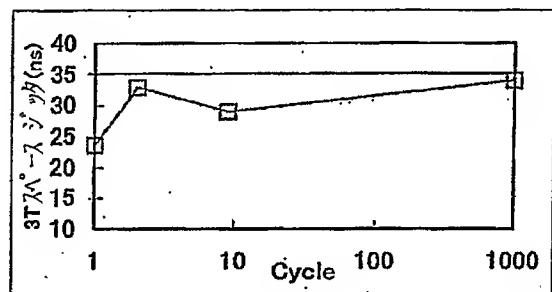


11 / 67

図10

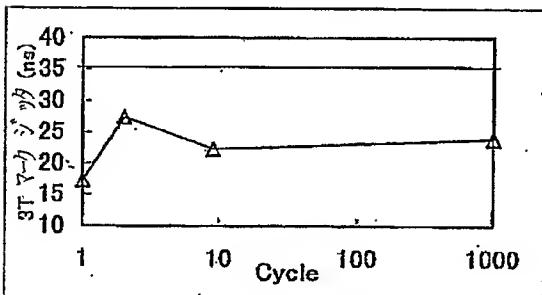


(a)

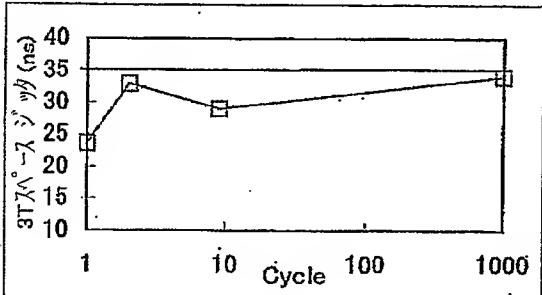


(b)

図11



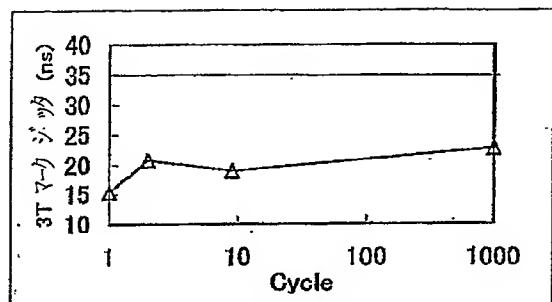
(a)



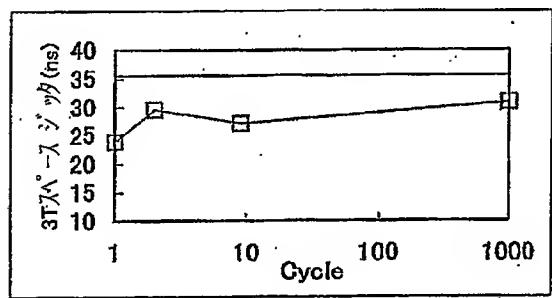
(b)

12 / 67

図12



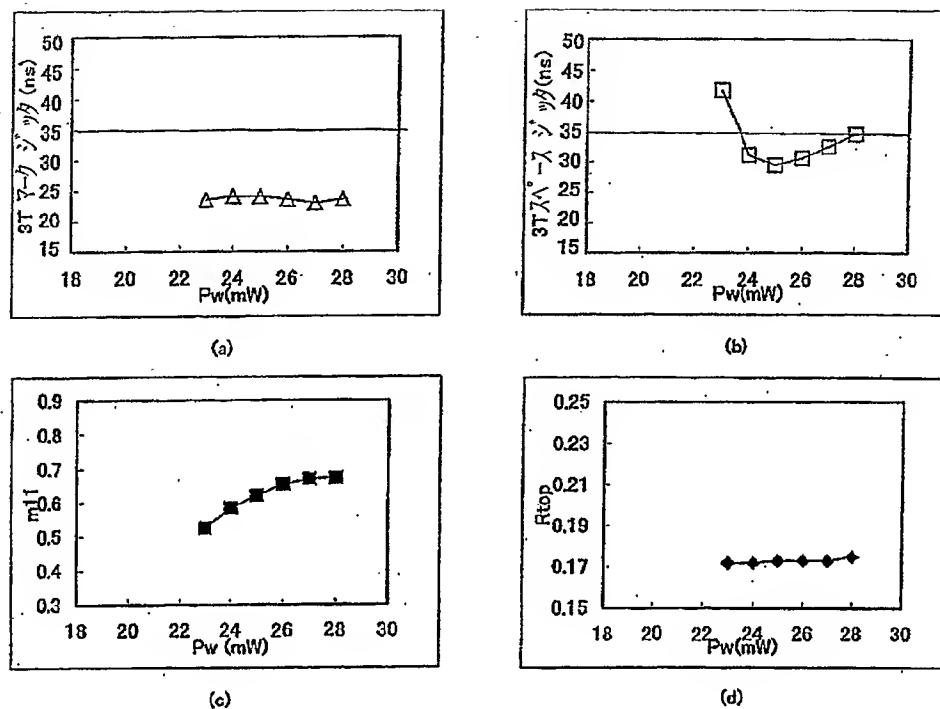
(a)



(b)

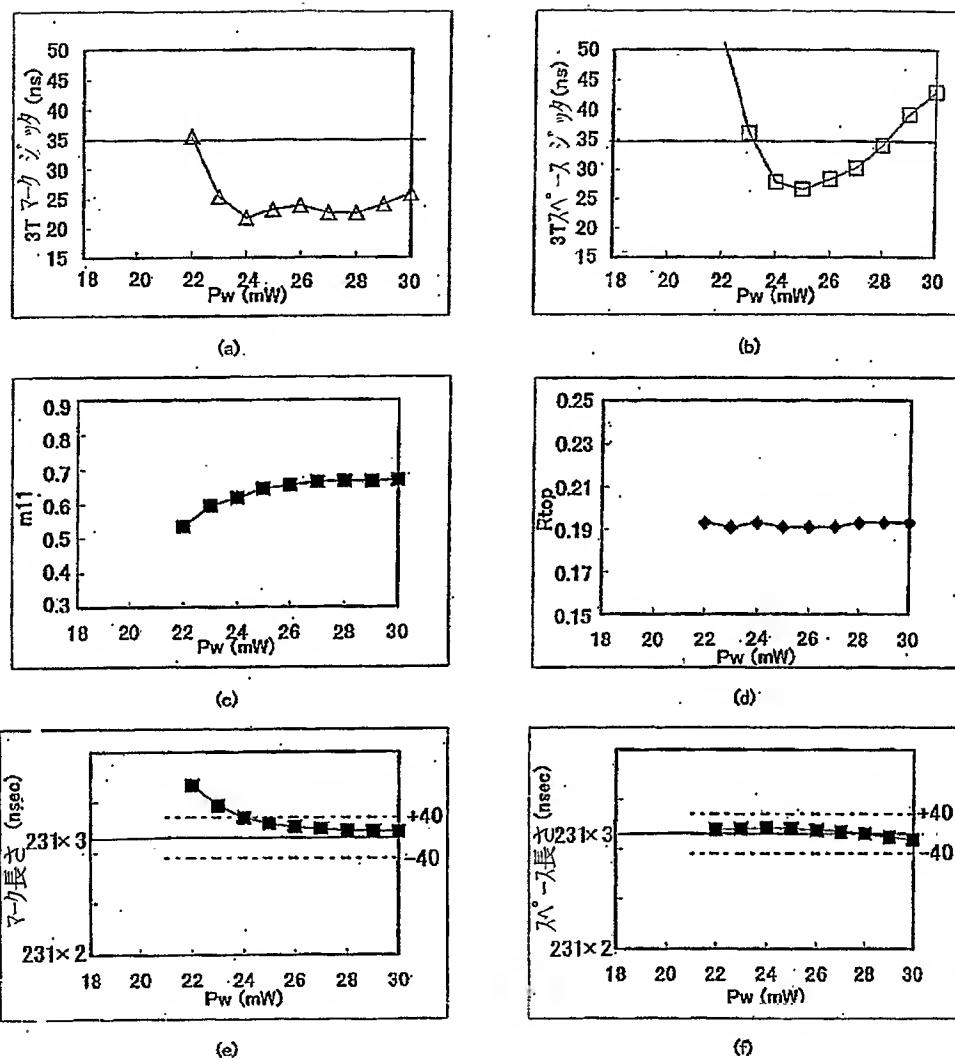
13 / 67

図13



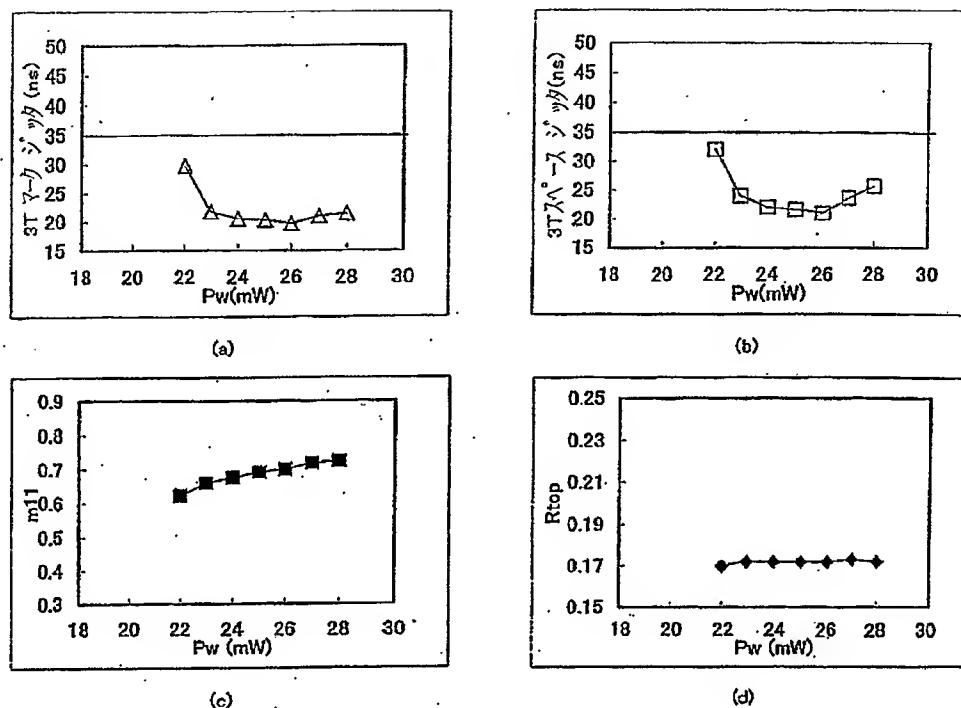
14 / 67

図14



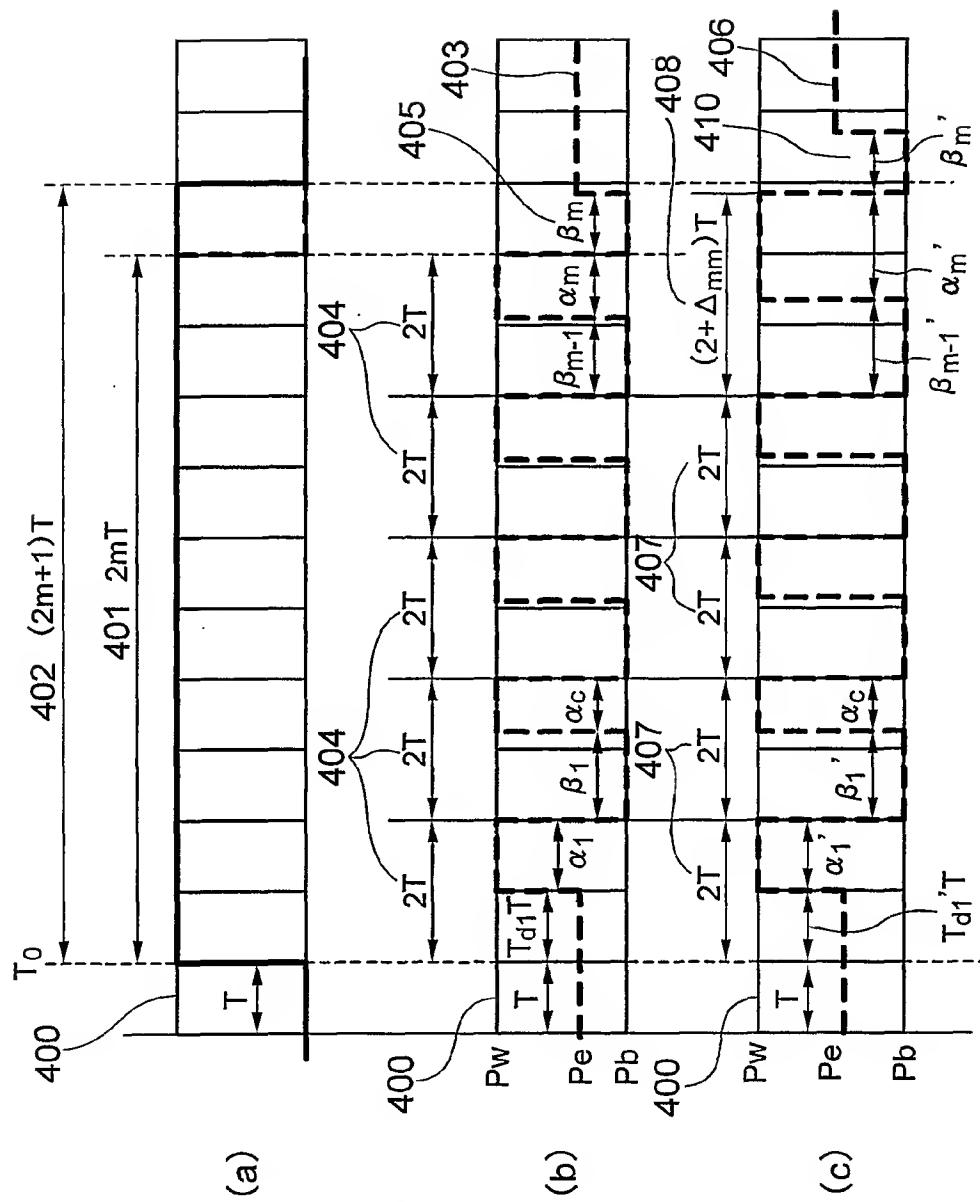
15 / 67

図15



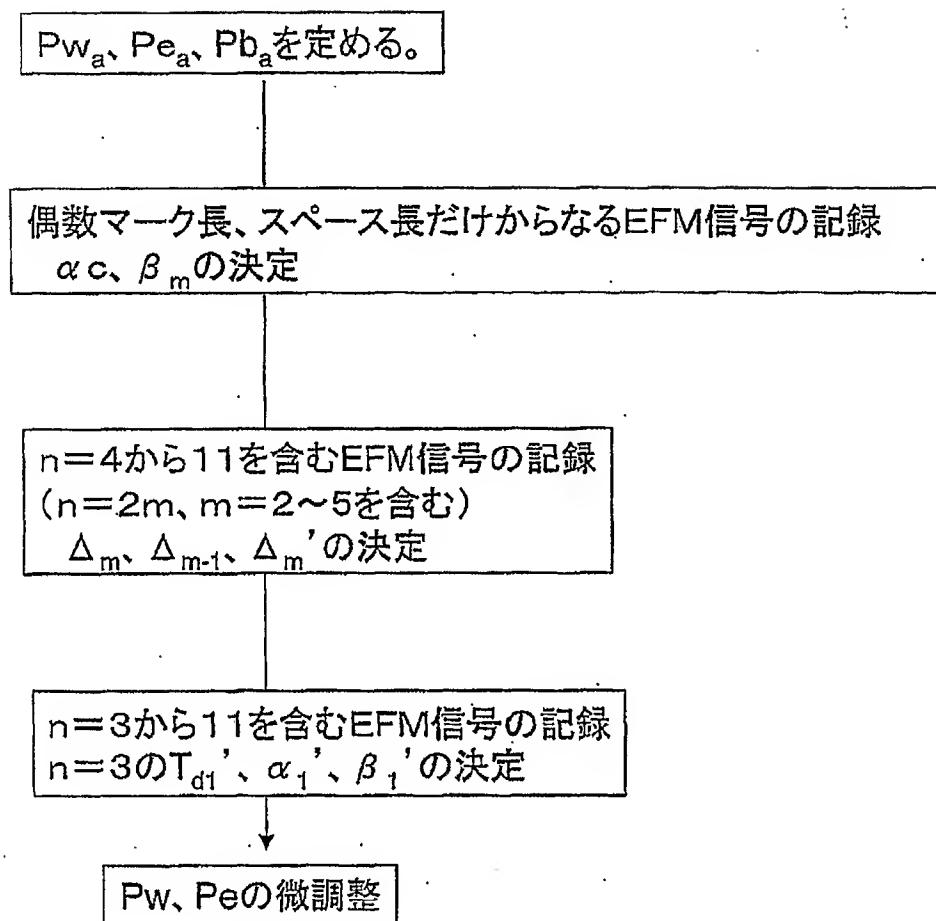
16 / 67

図16



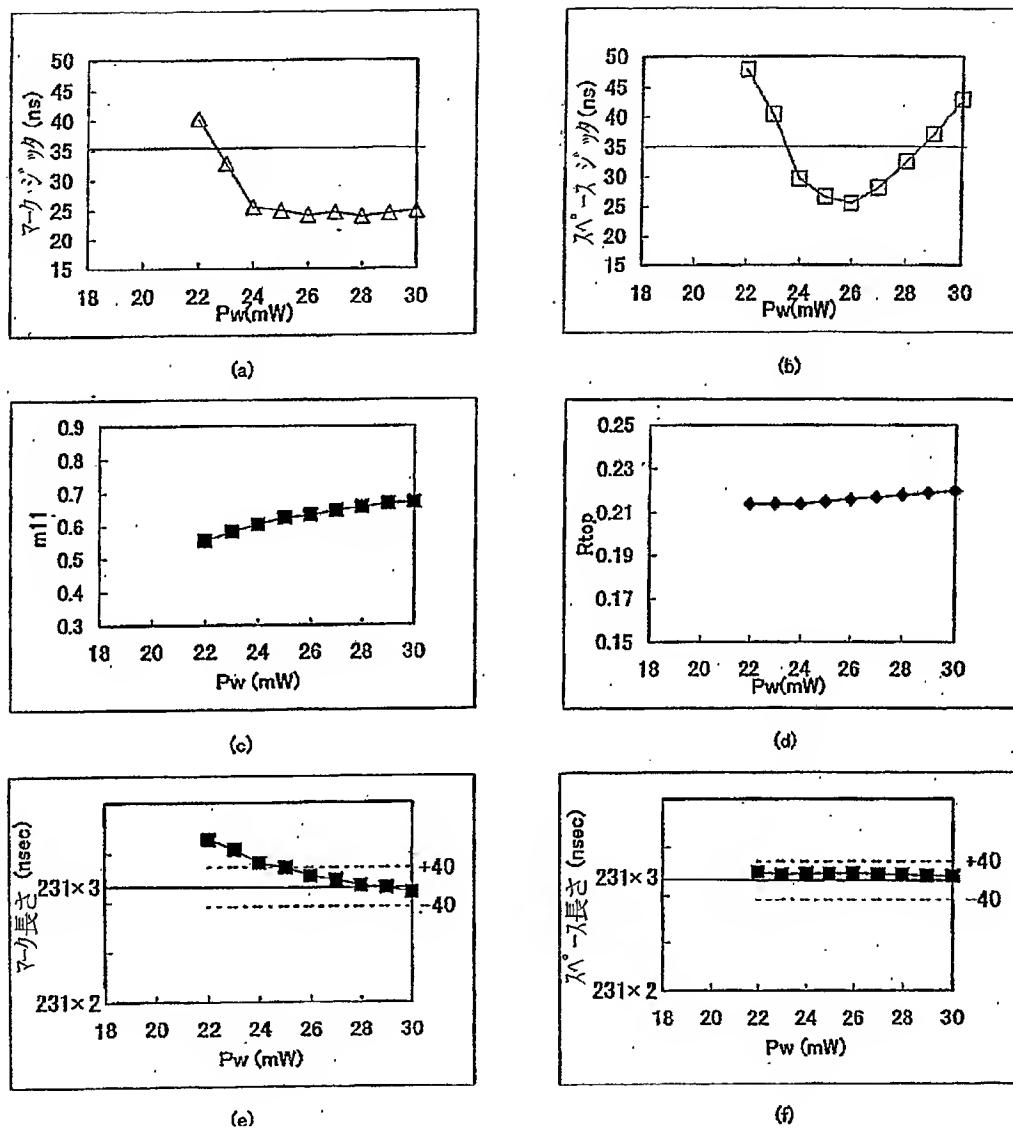
17 / 67

図17



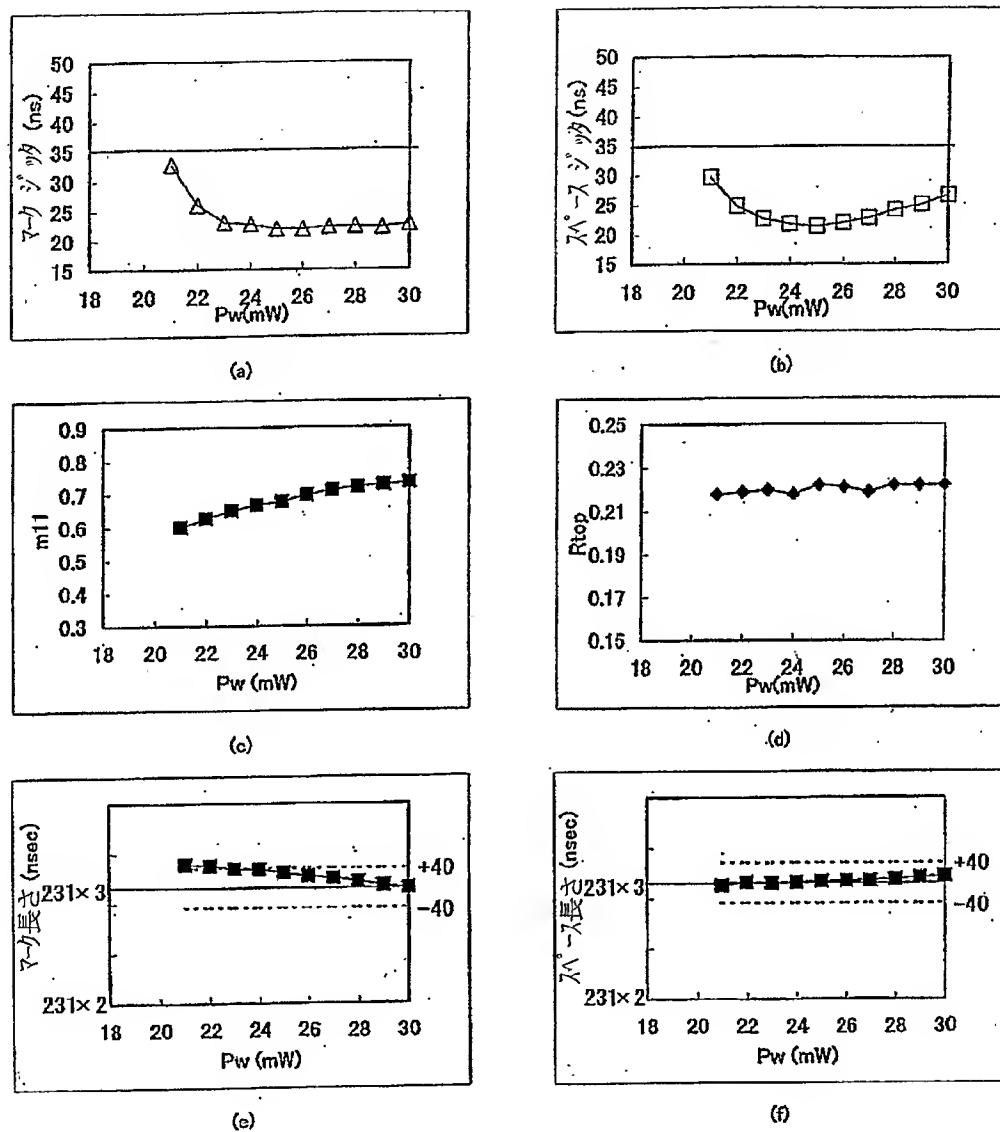
18 / 67

図18



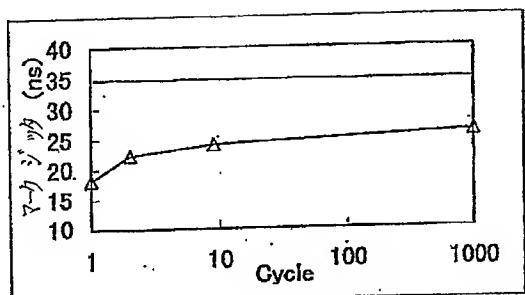
19 / 67

図19

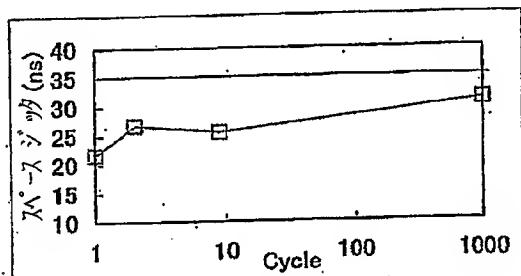


20 / 67

図20

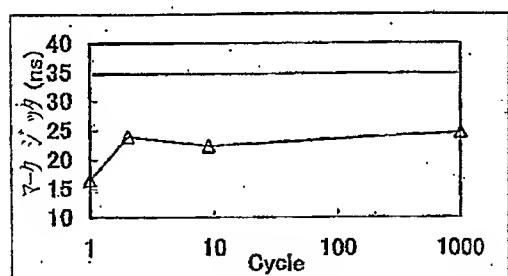


(a)

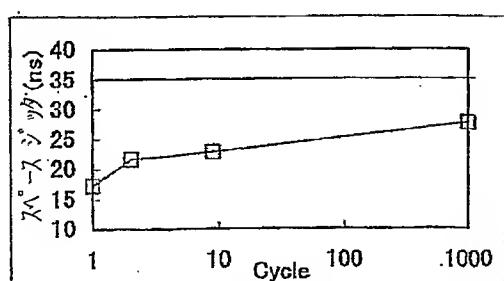


(b)

図21



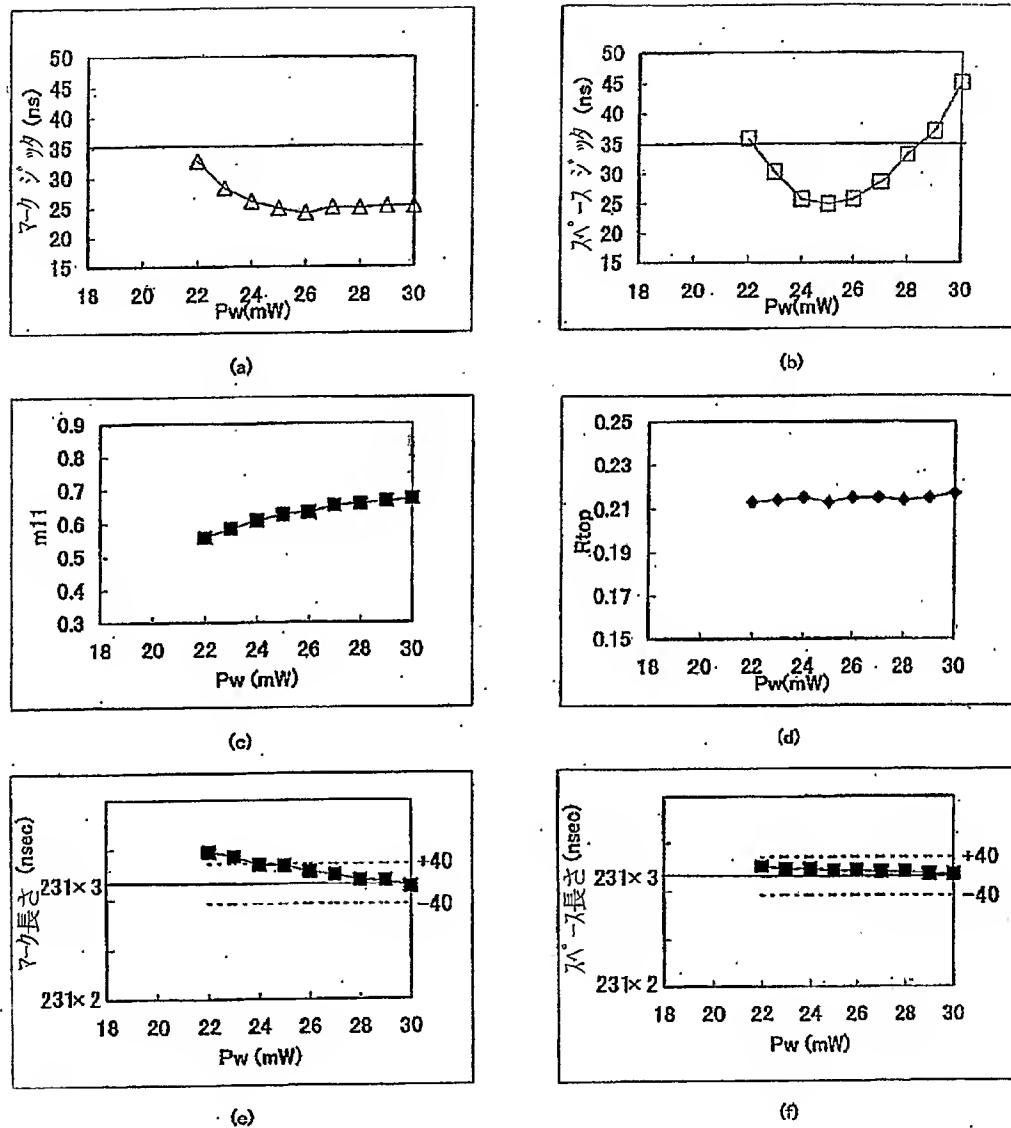
(a)



(b)

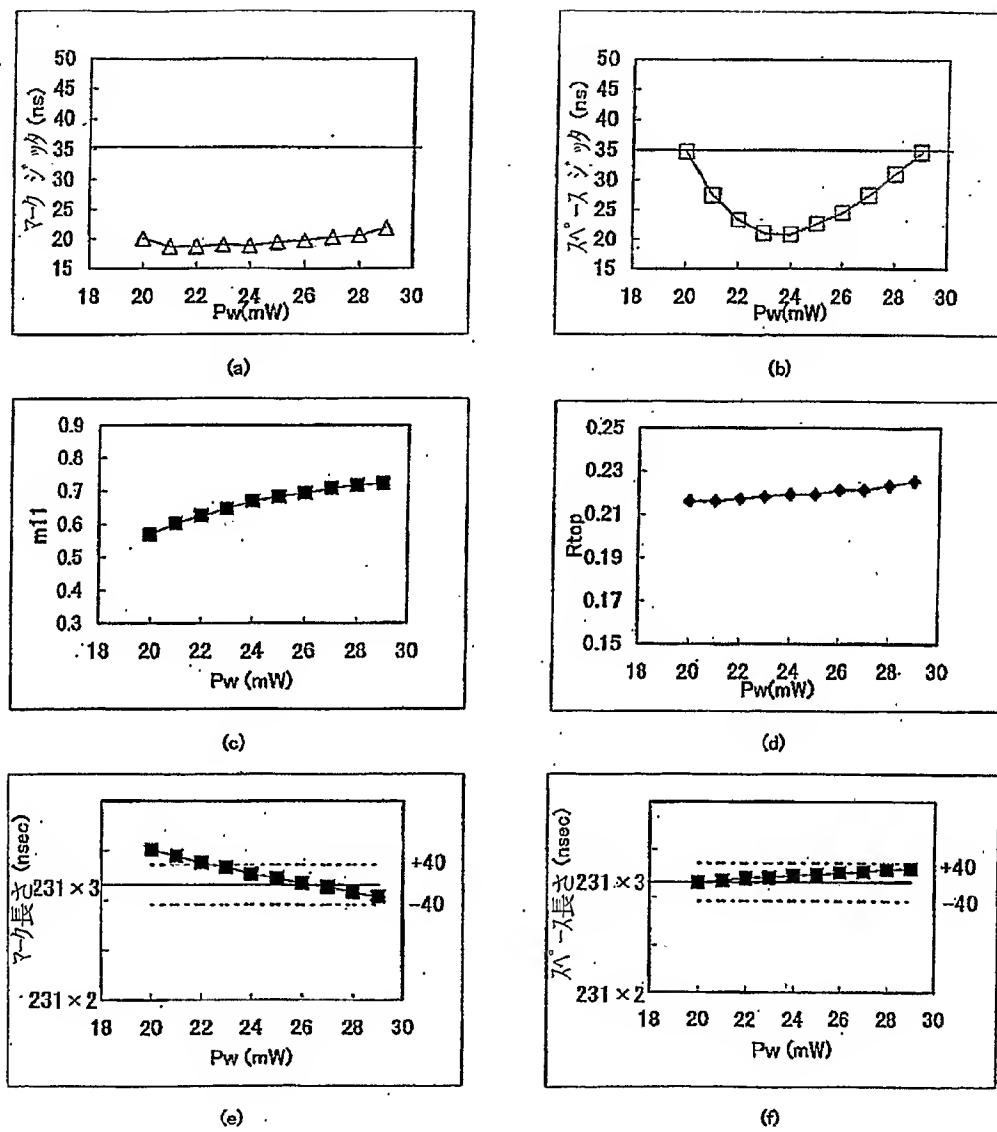
21 / 67

図22



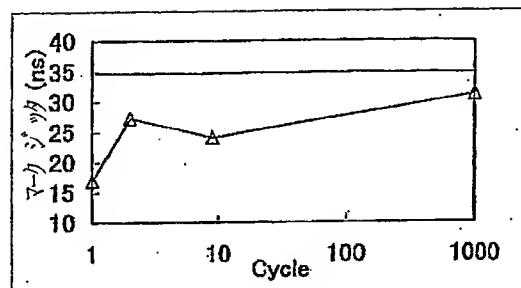
22 / 67

図23

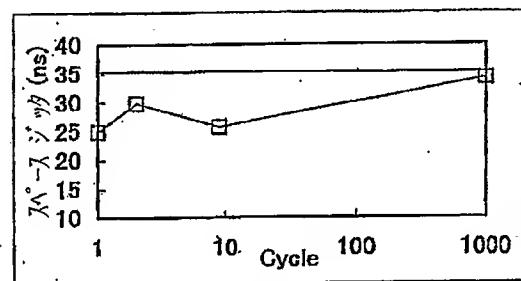


23 / 67

図24

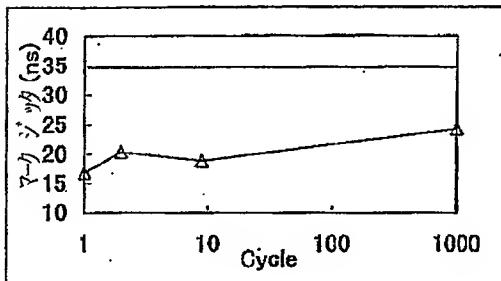


(a)

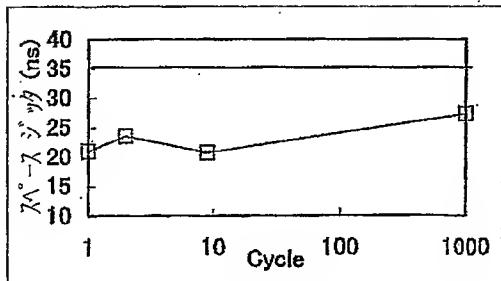


(b)

図25



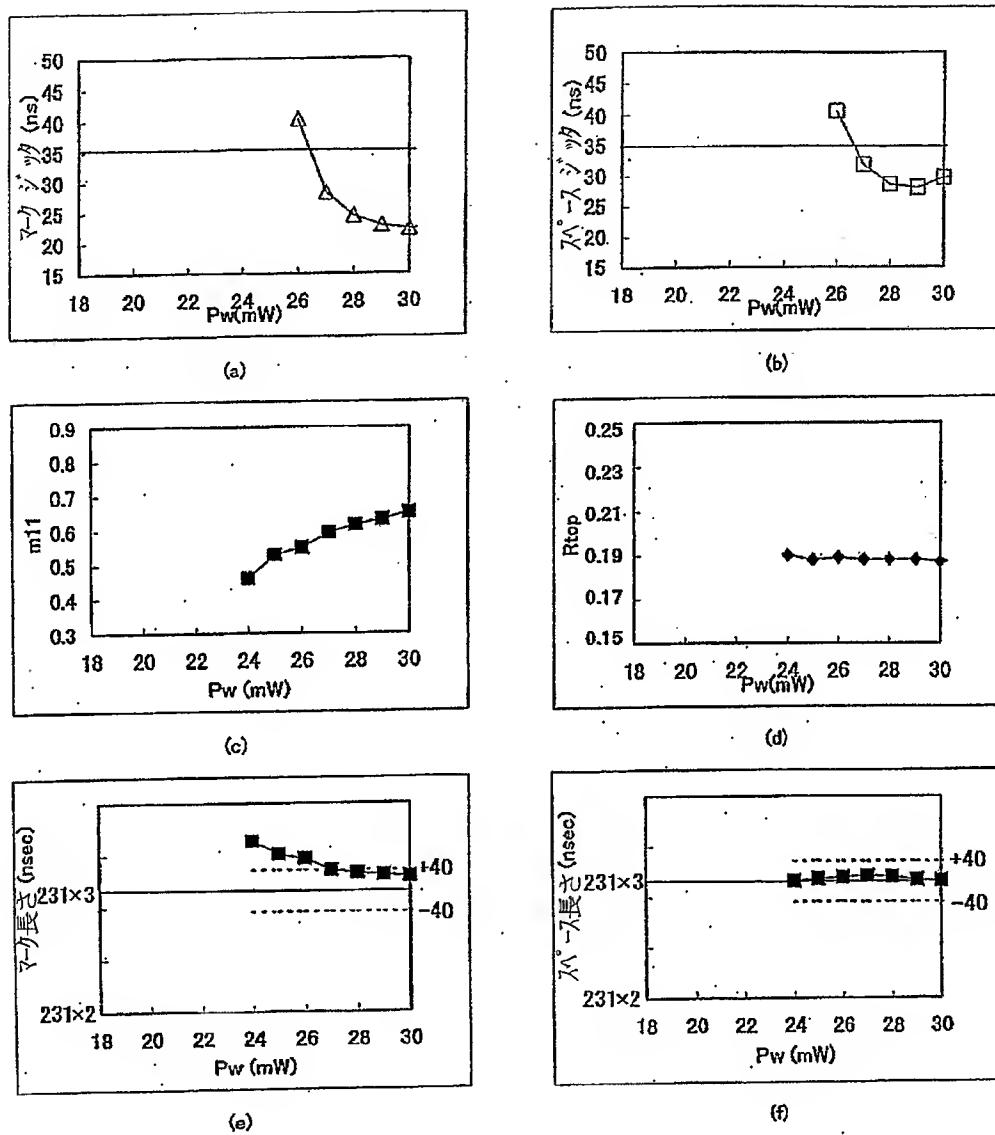
(a)



(b)

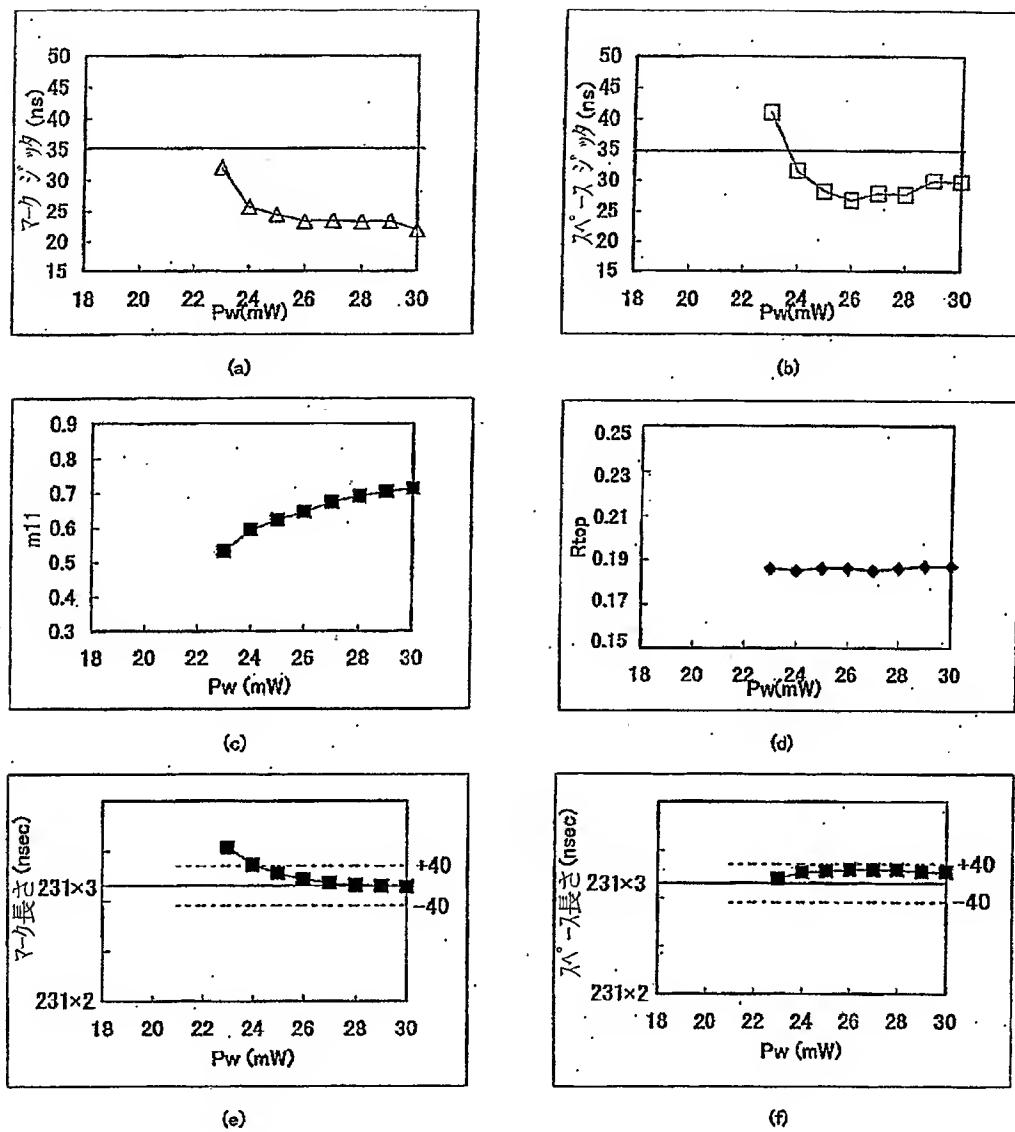
24 / 67

図26



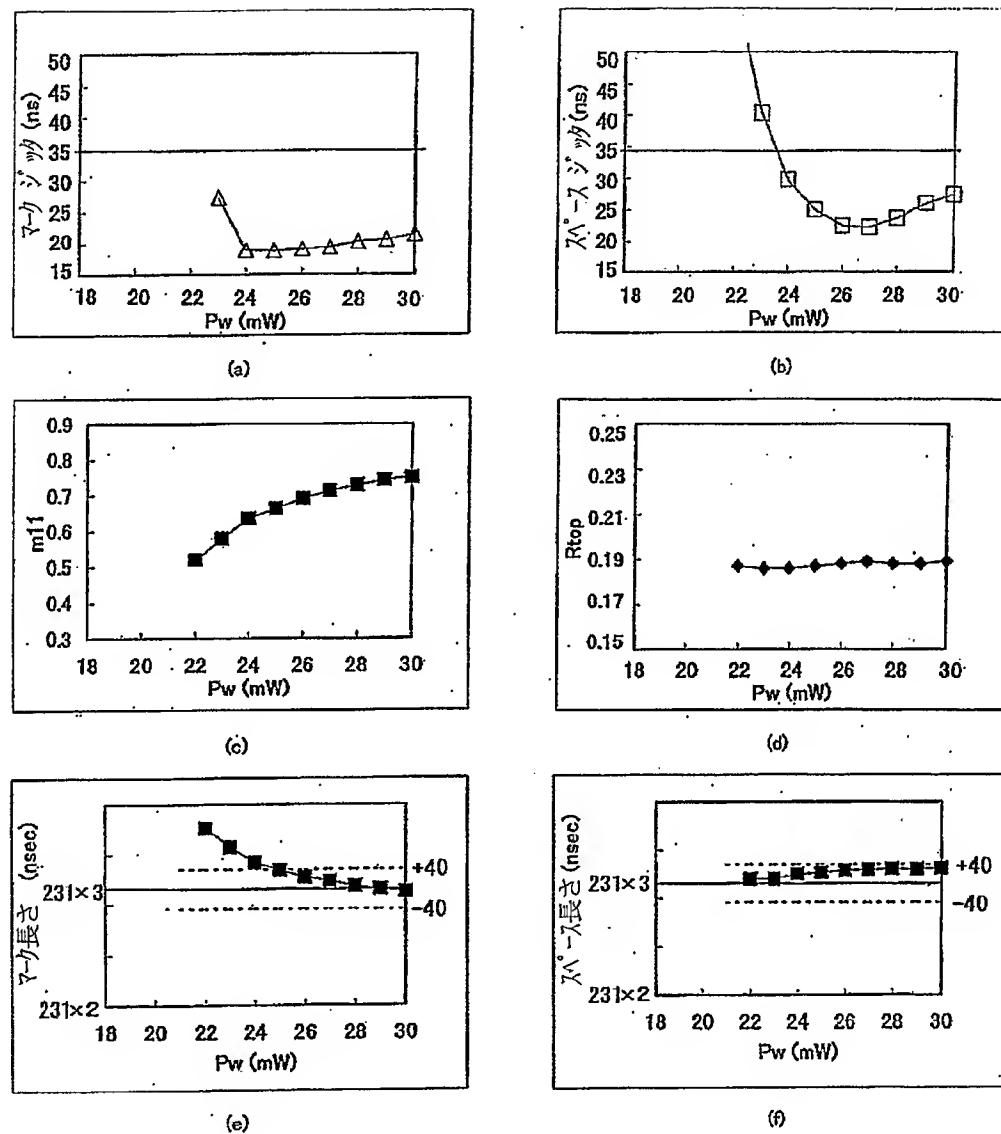
25 / 67

図27



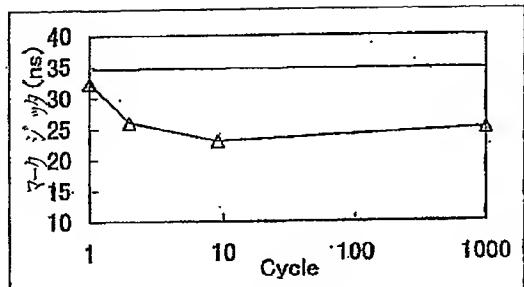
26 / 67

図28

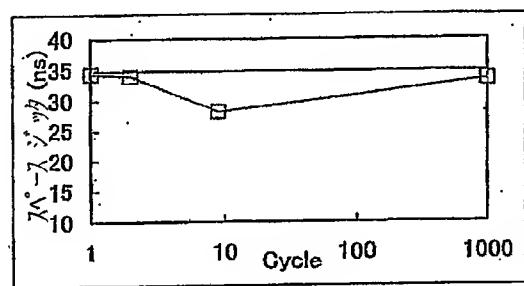


27 / 67

図29

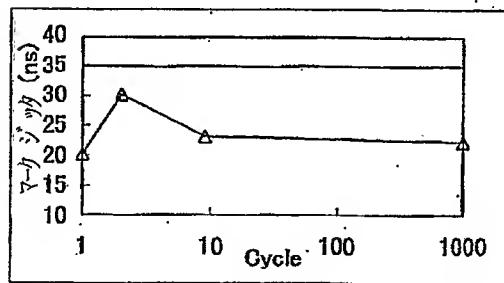


(a)

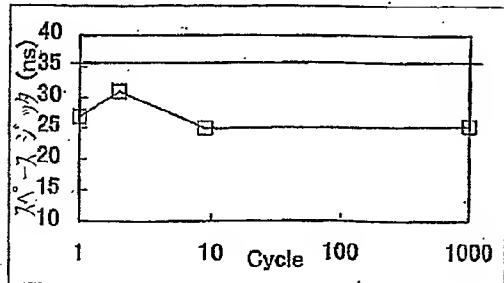


(b)

図30



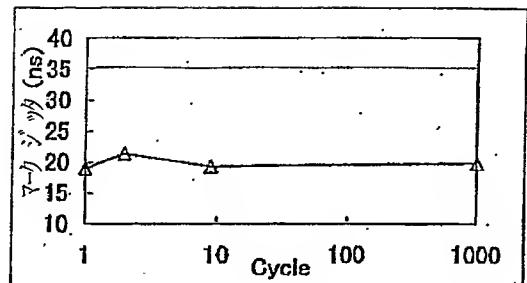
(a)



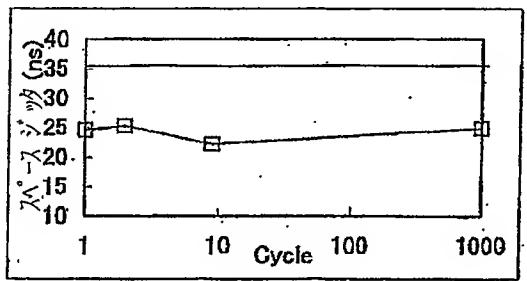
(b)

28 / 67

図31



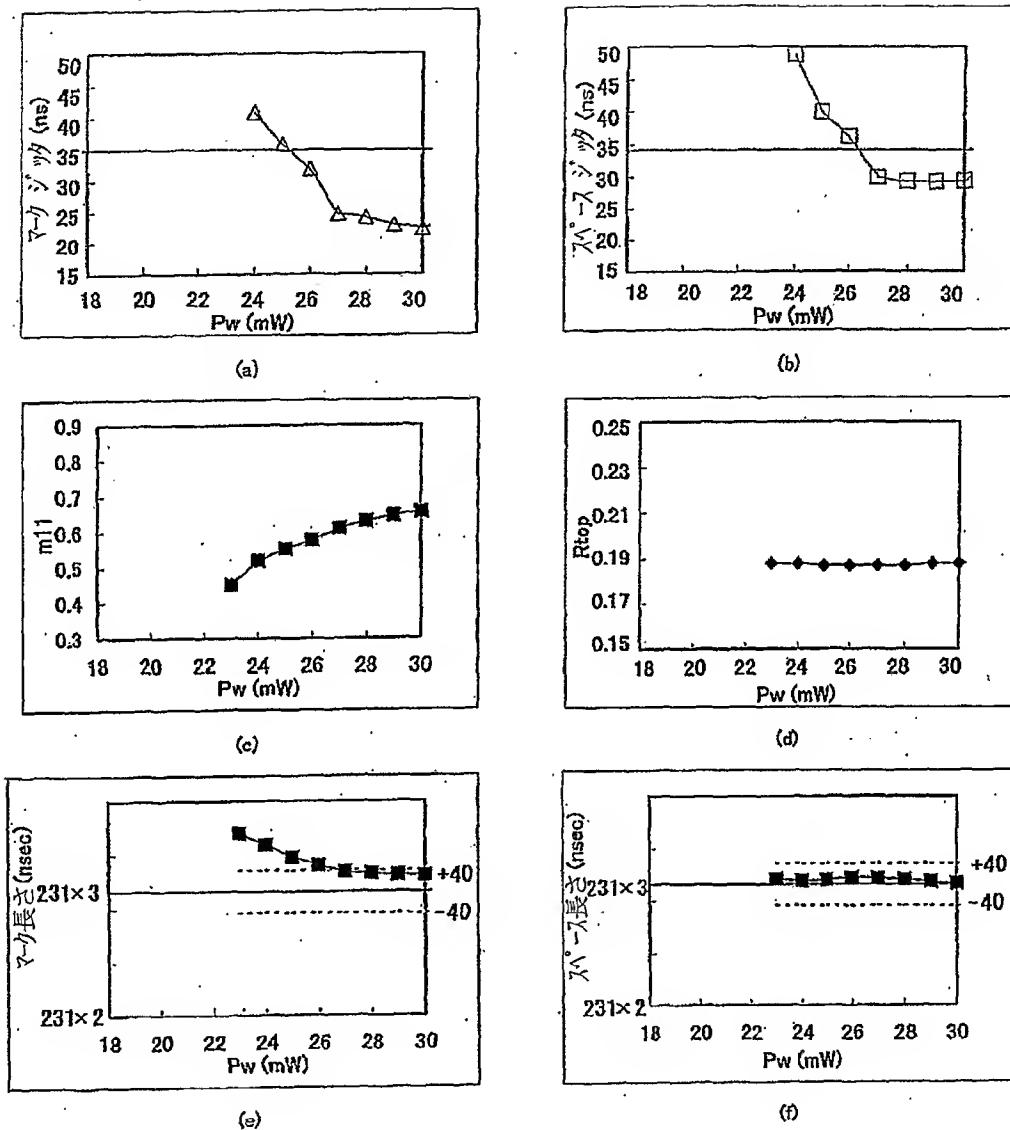
(a)



(b)

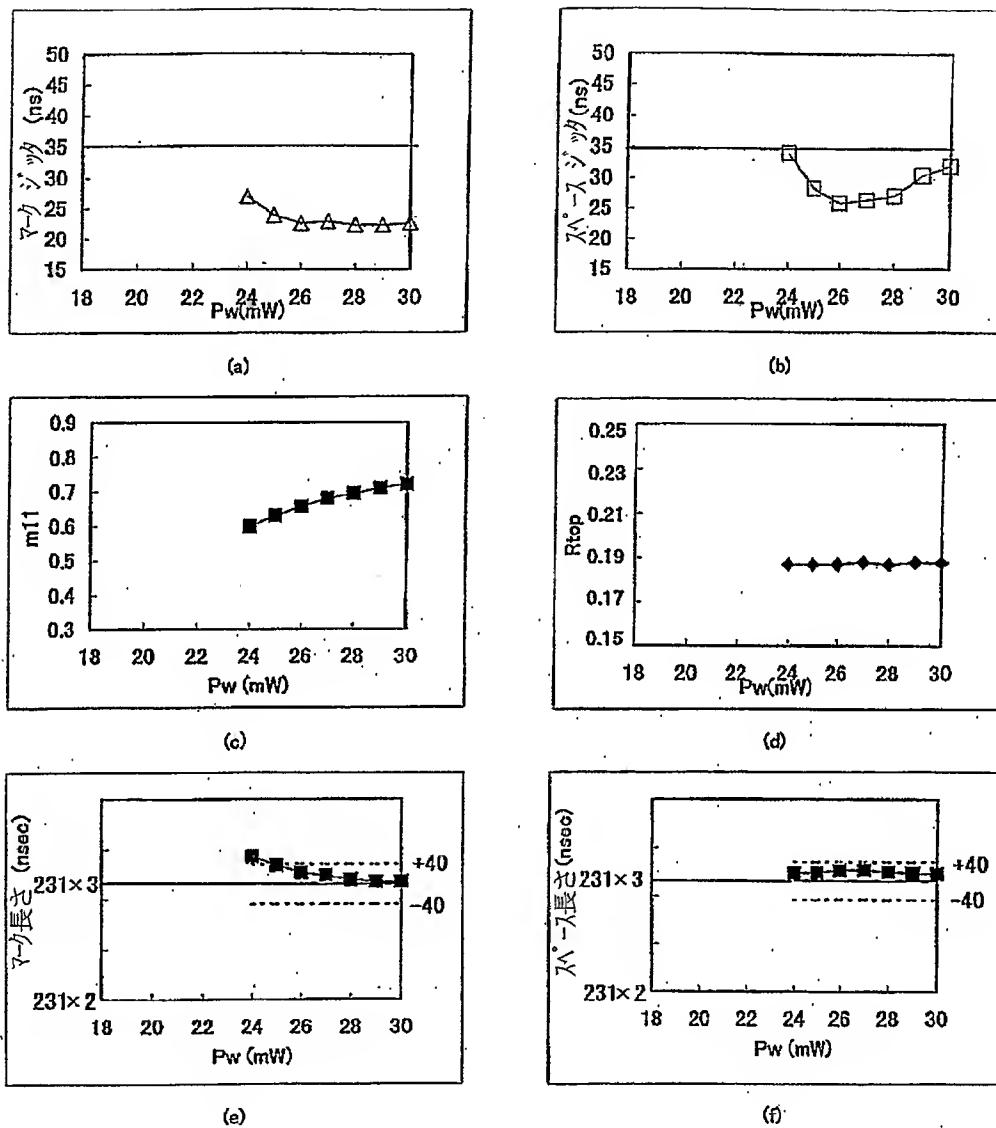
2 9 / 6 7

図32



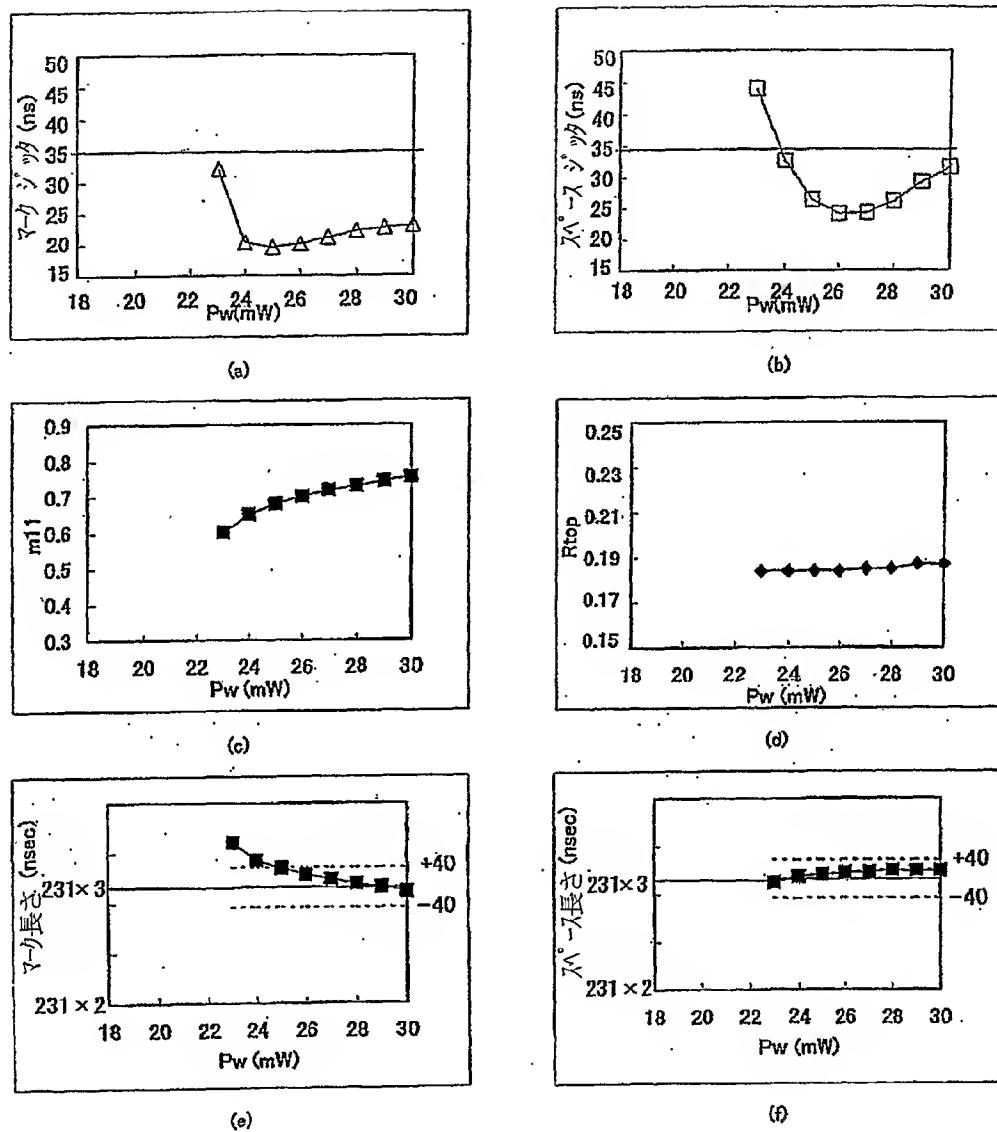
30 / 67

図33



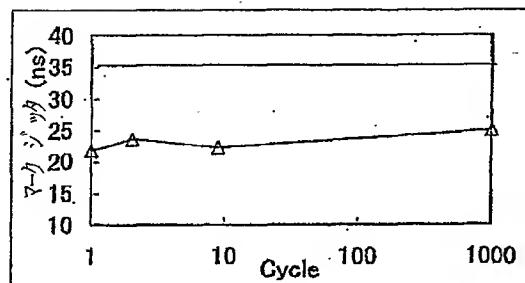
31 / 67

図34

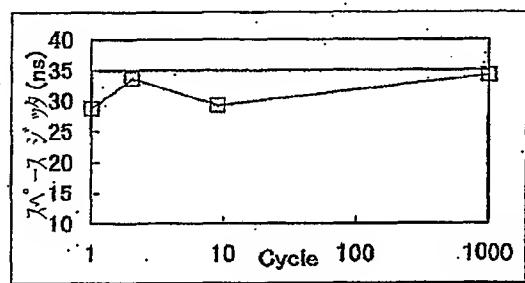


32 / 67

図35

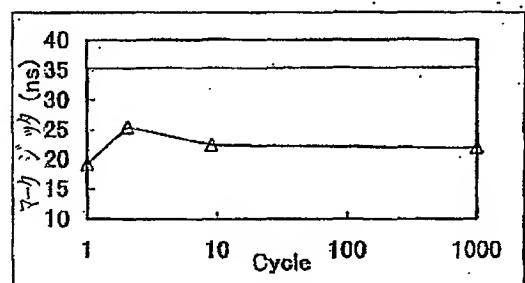


(a)

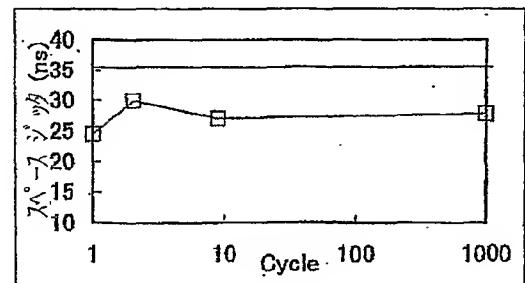


(b)

図36



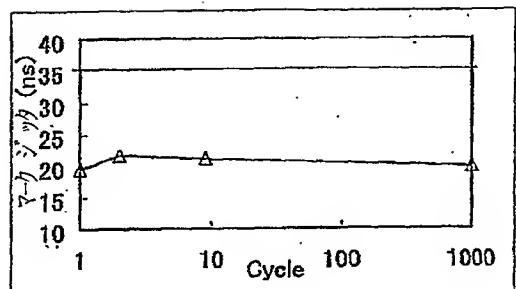
(a)



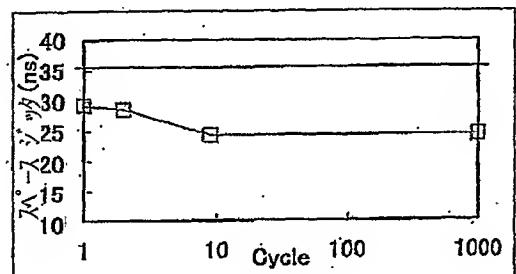
(b)

33 / 67

図37



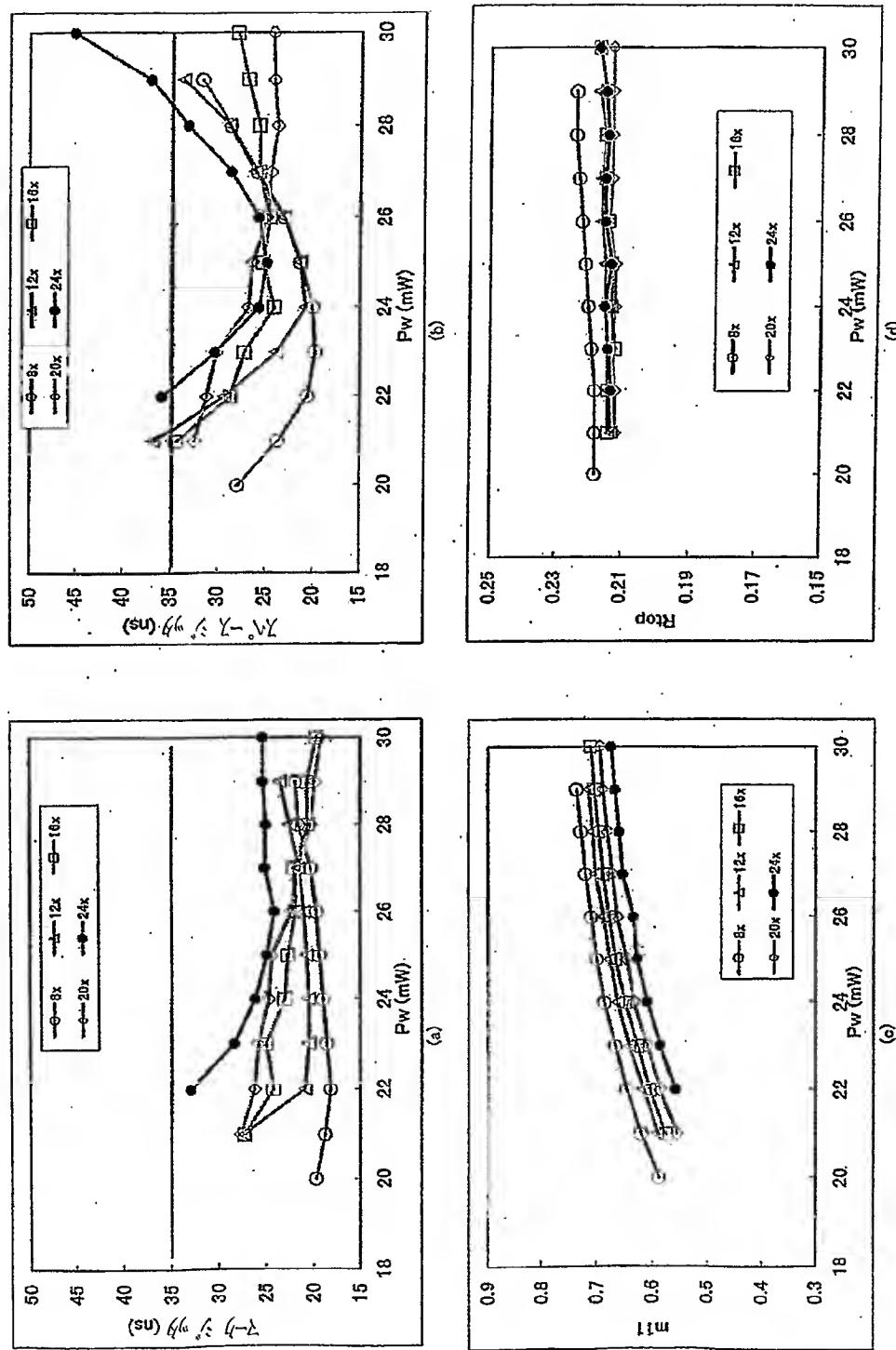
(a)



(b)

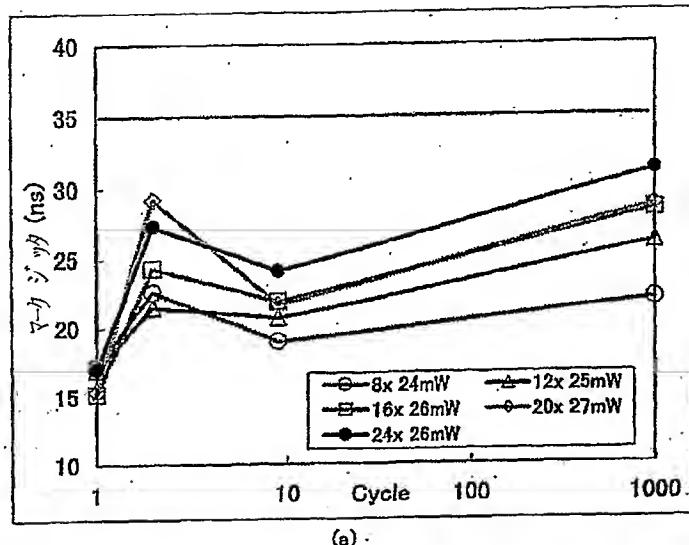
34 / 67

図38

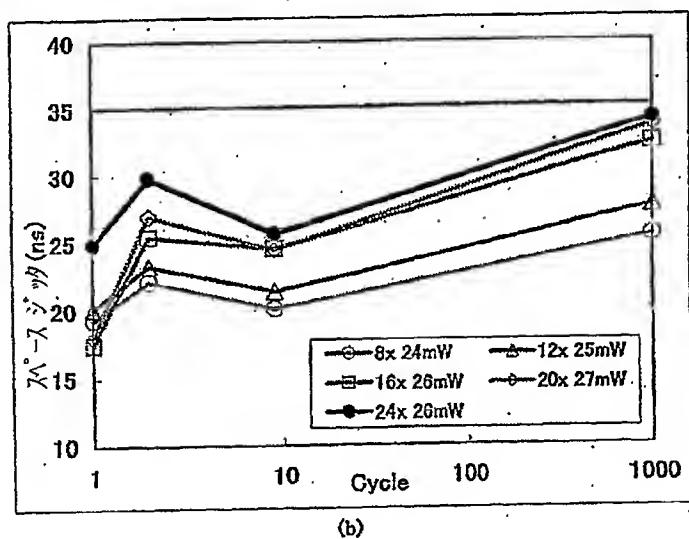


35 / 67

図39

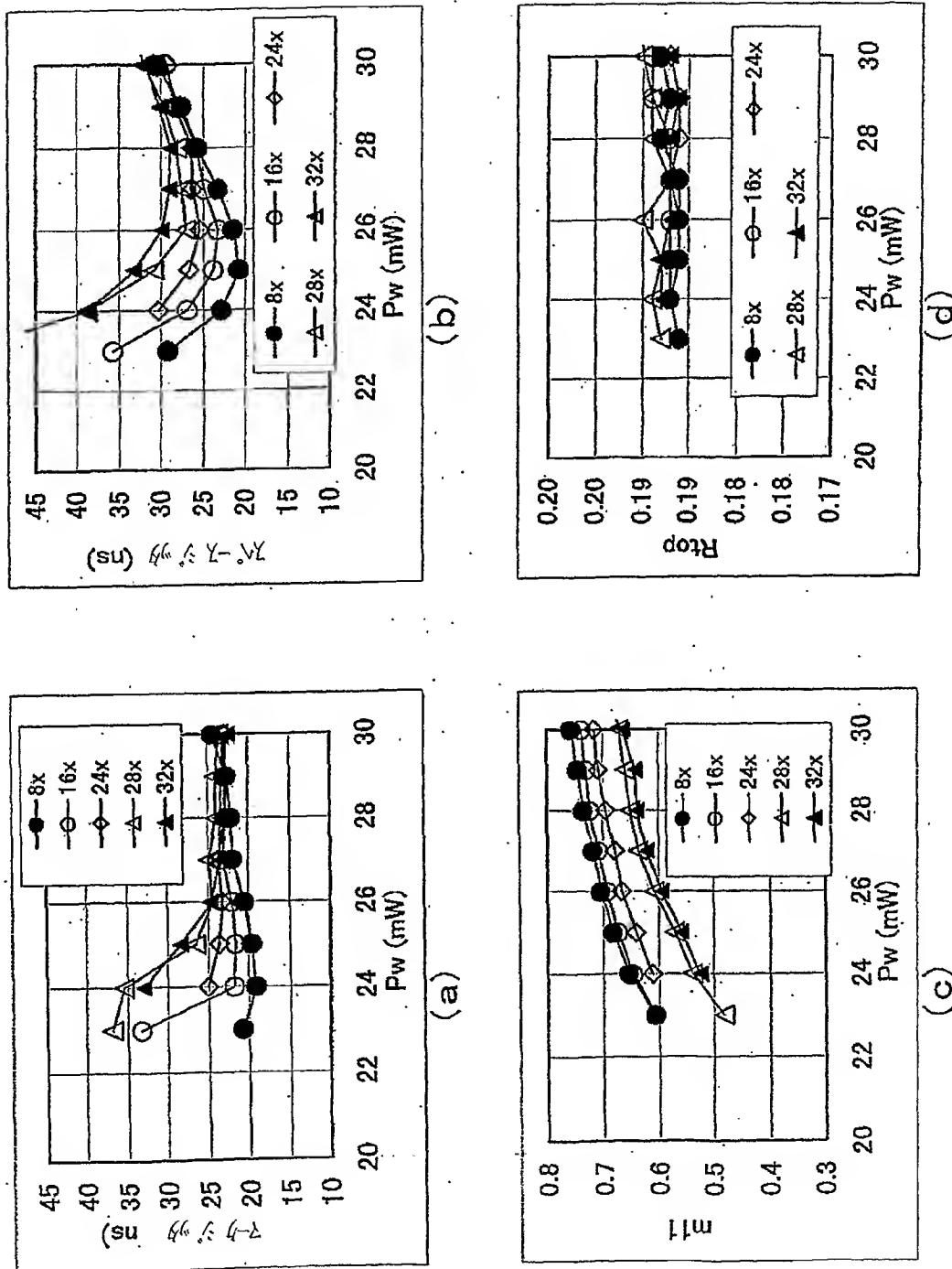


(a)



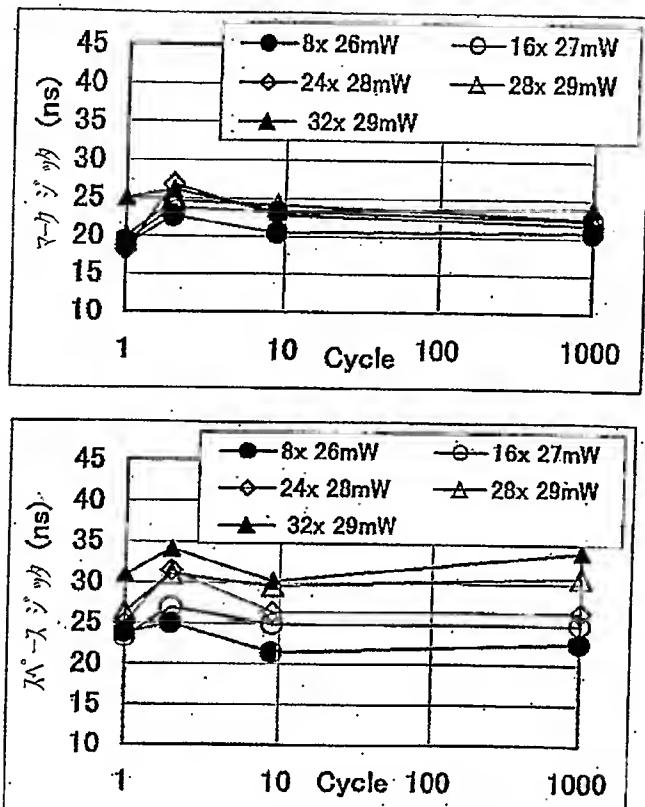
(b)

図40



37 / 67

図41



38 / 67

図4 2

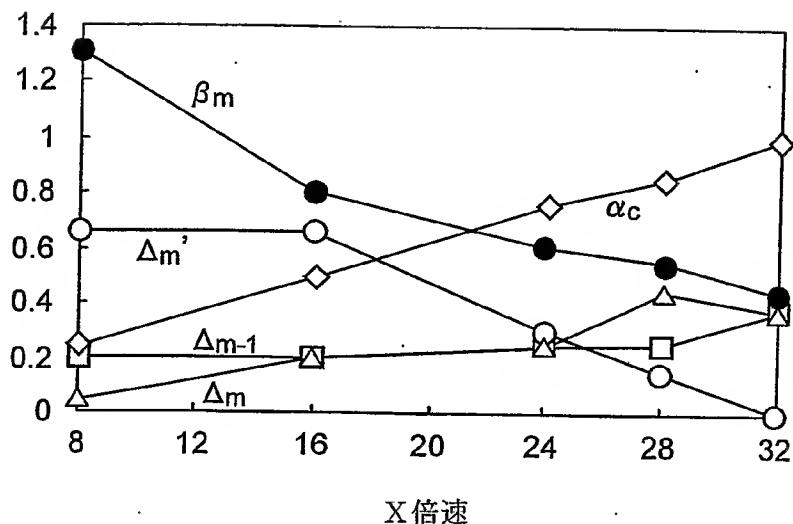
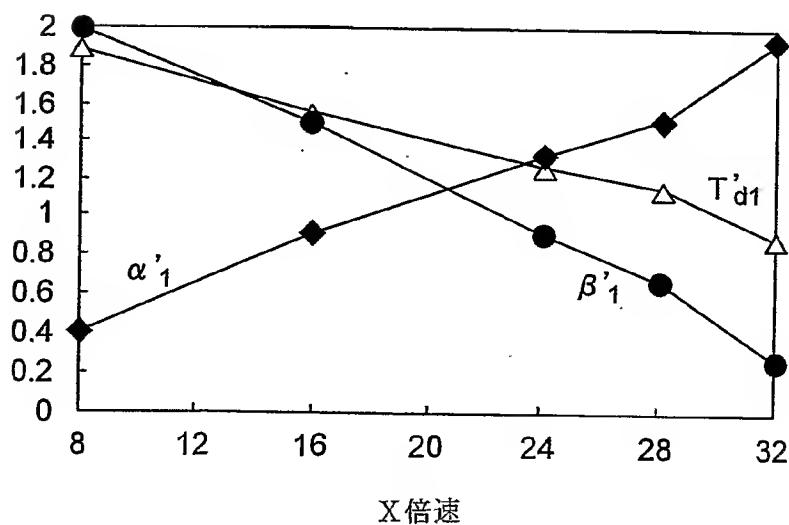
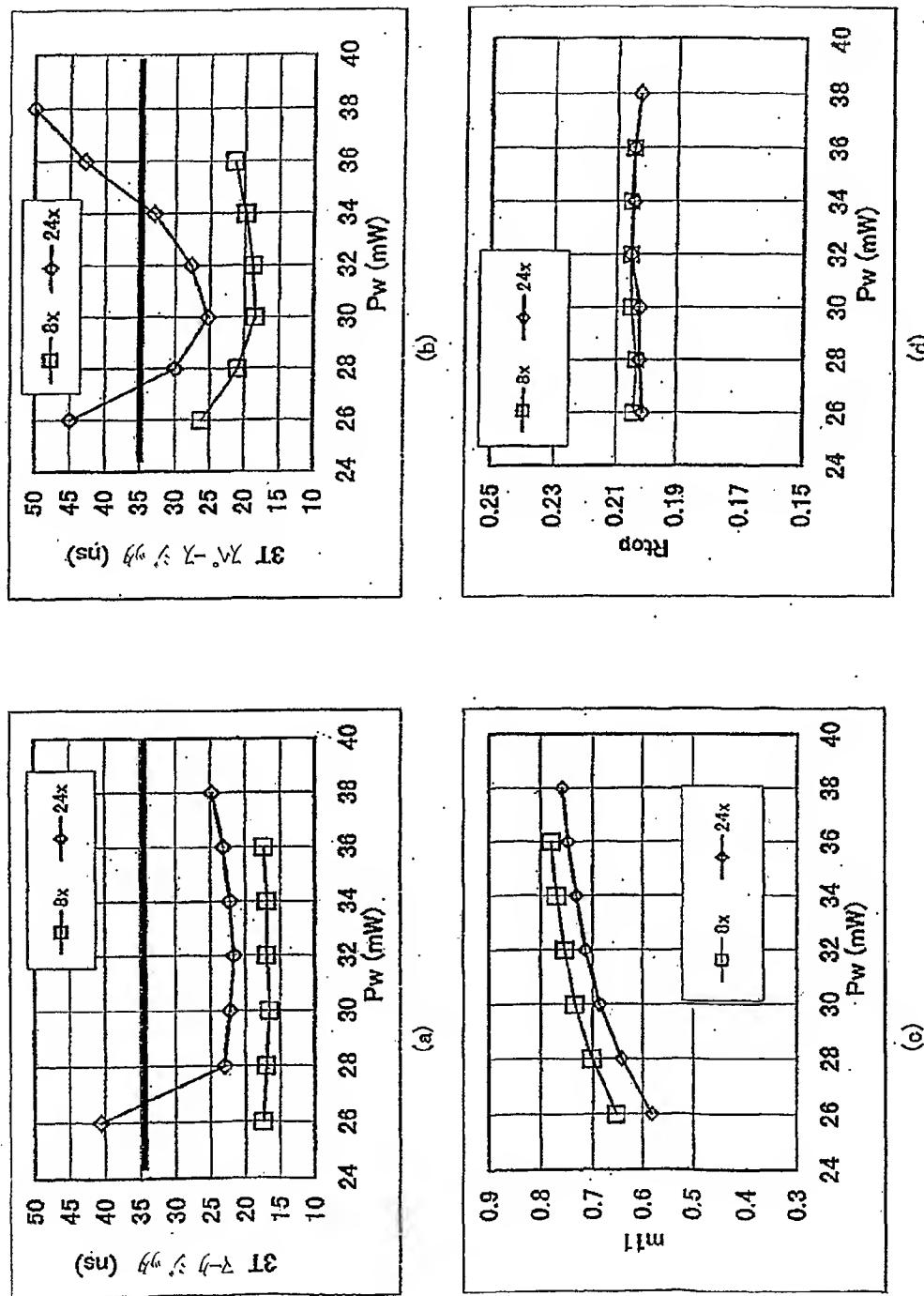


図4 3



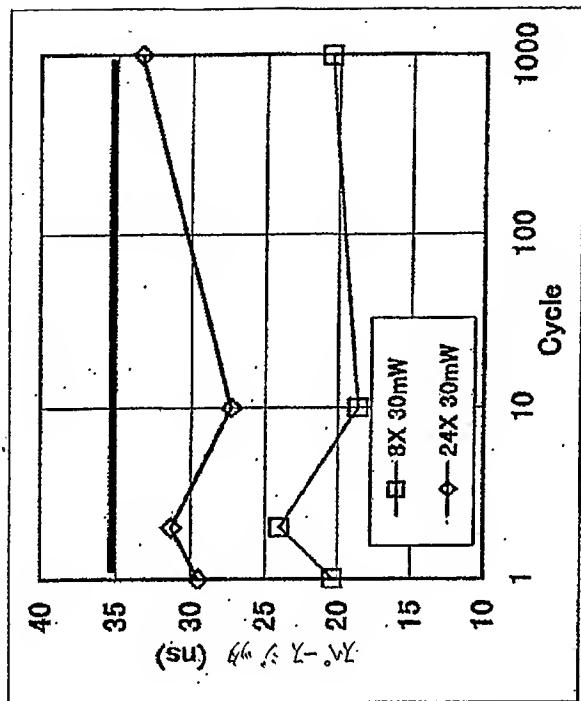
39 / 67

図44

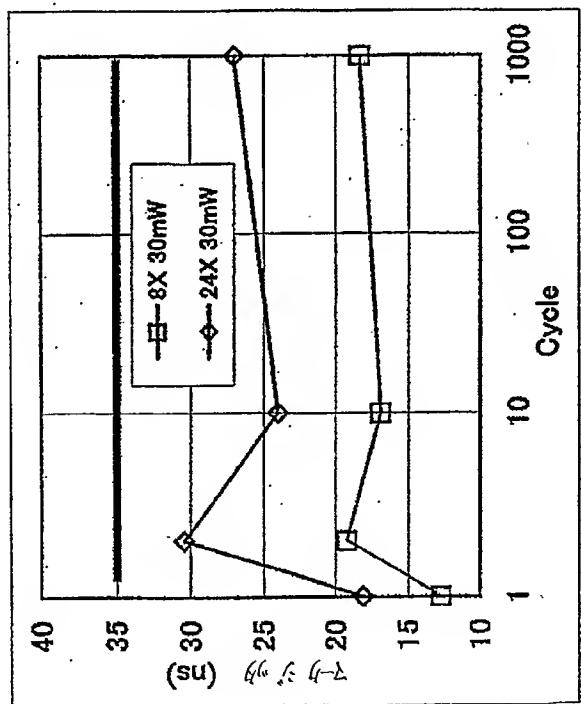


40 / 67

図45



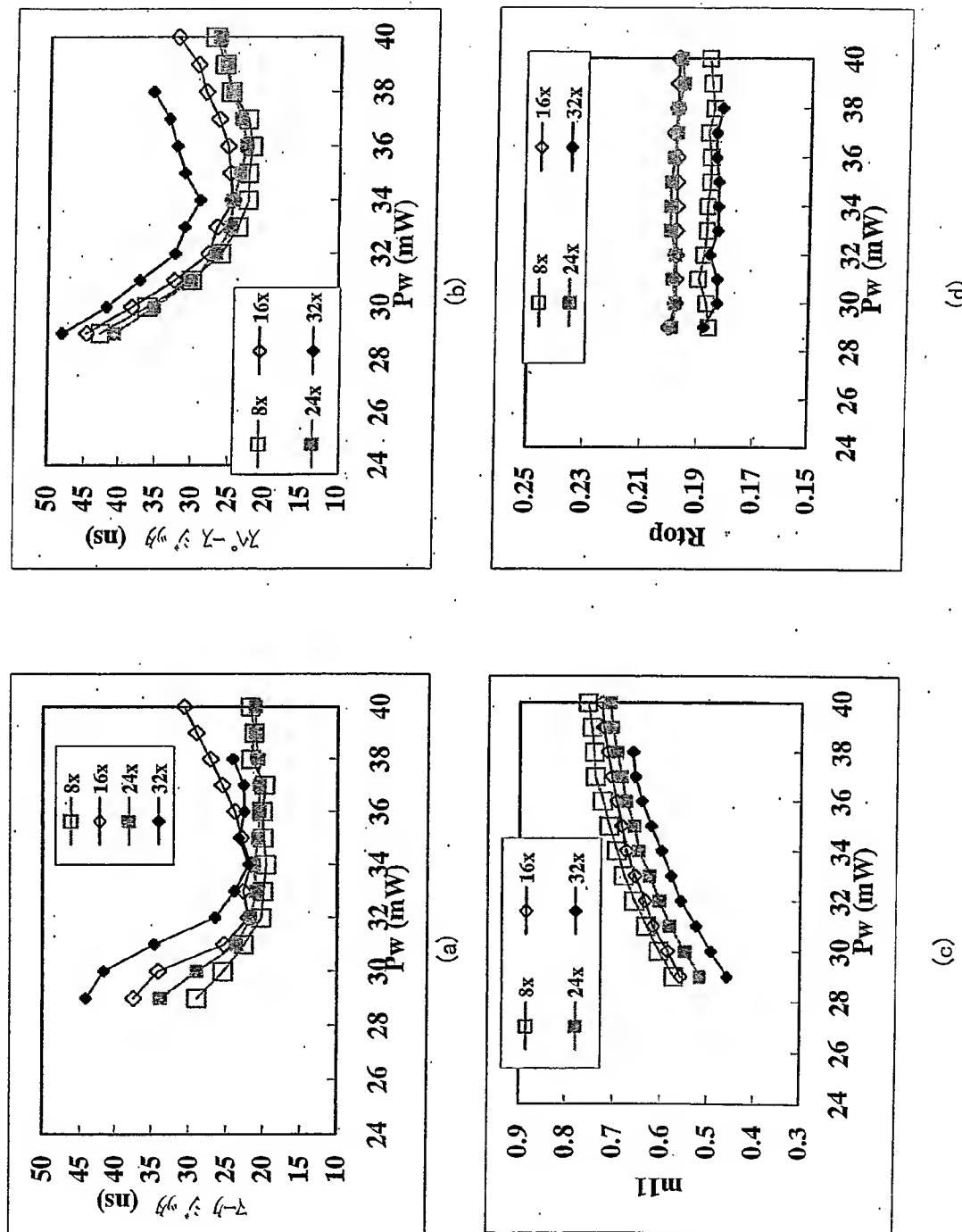
(b)



(a)

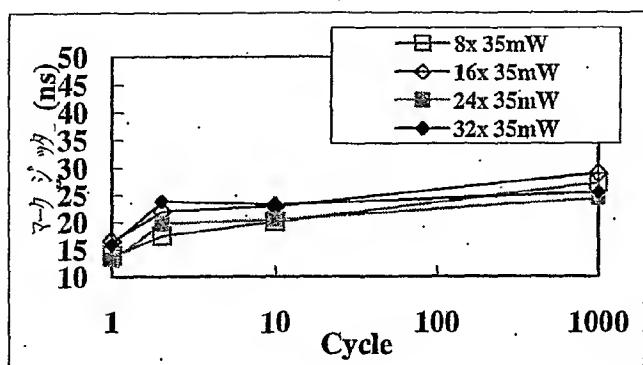
41 / 67

図46

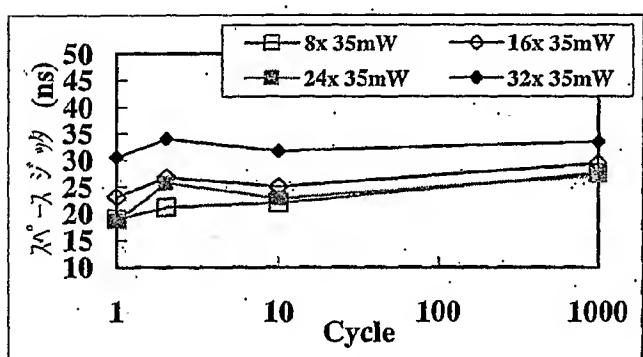


42 / 67

図47



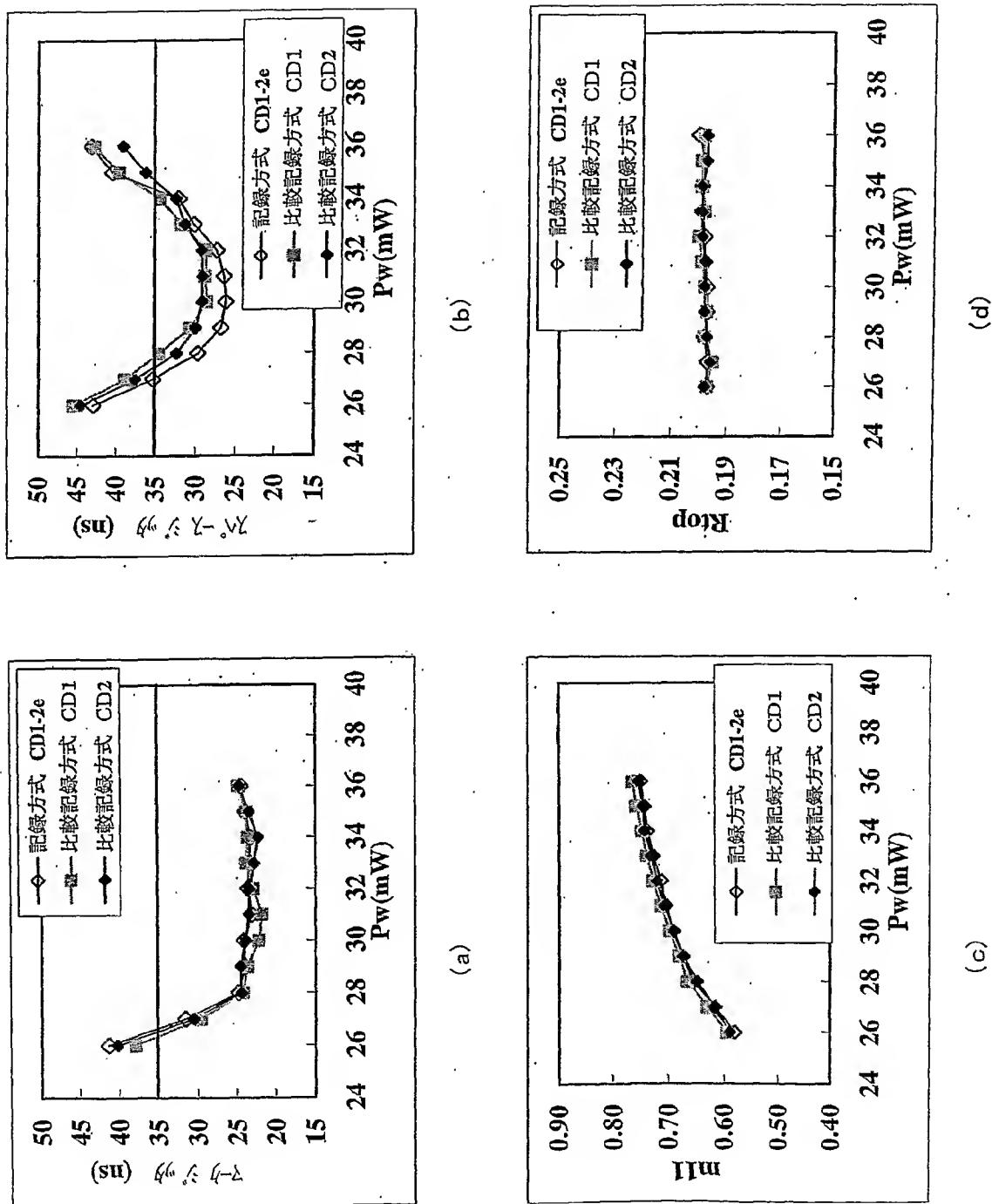
(a)



(b)

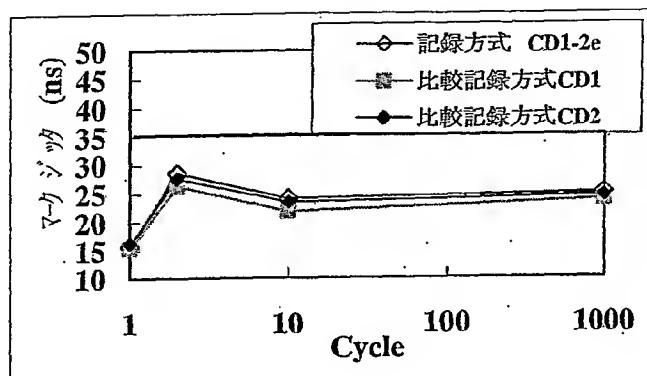
43 / 67

図48

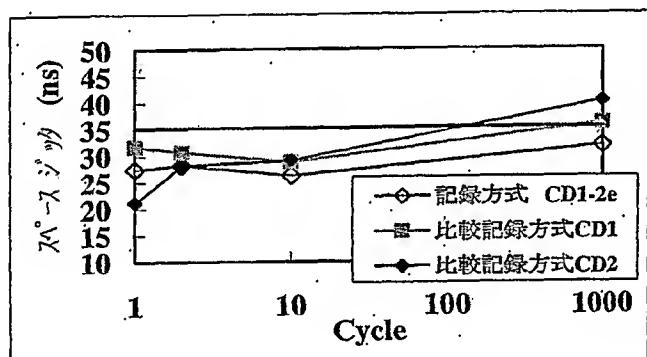


44 / 67

図4.9



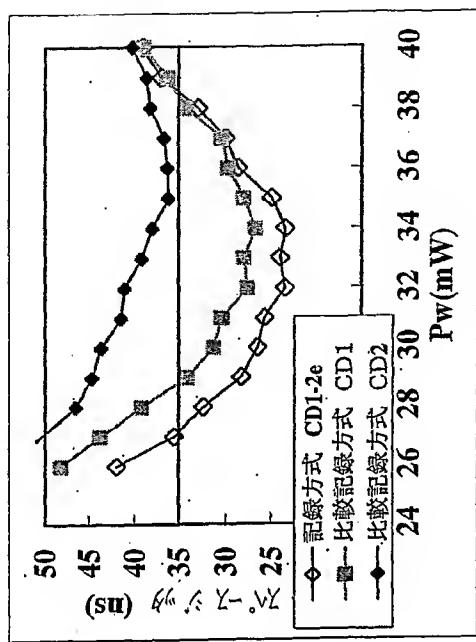
(a)



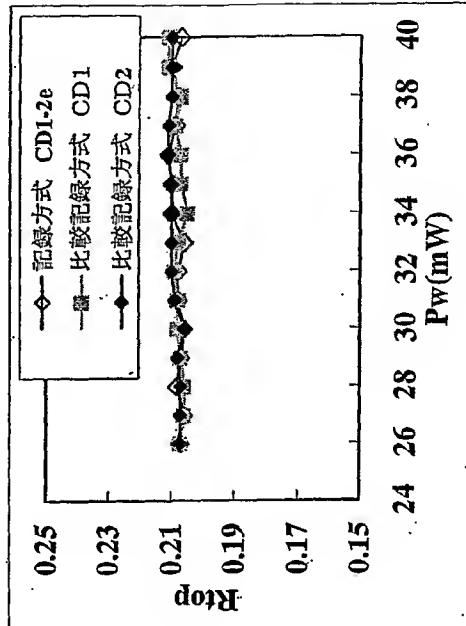
(b)

45 / 67

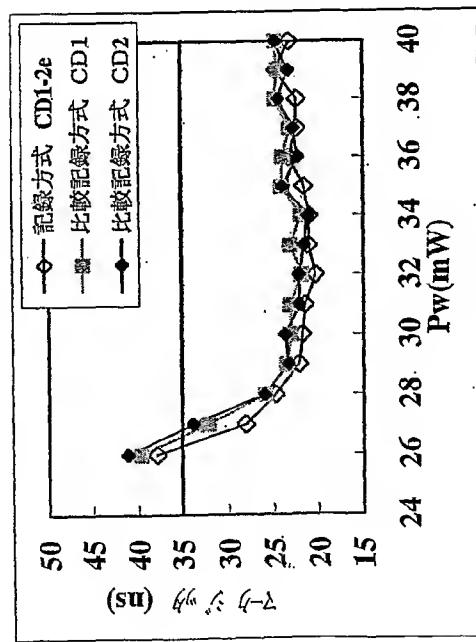
図50



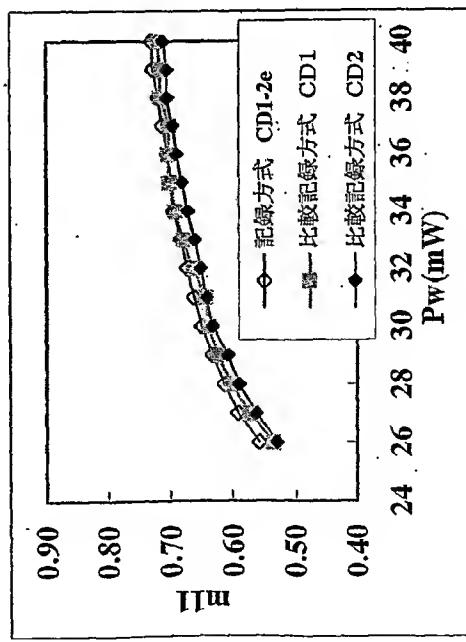
(a)



(b)



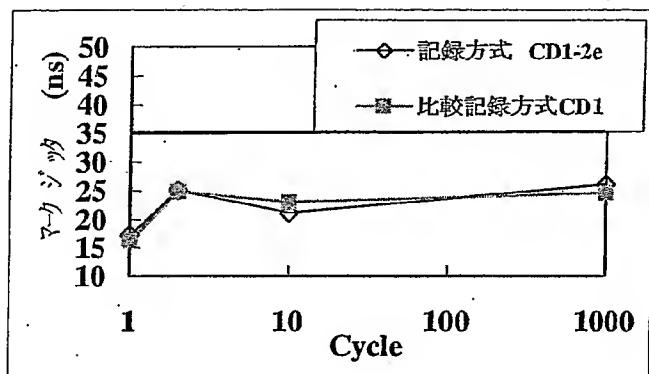
(c)



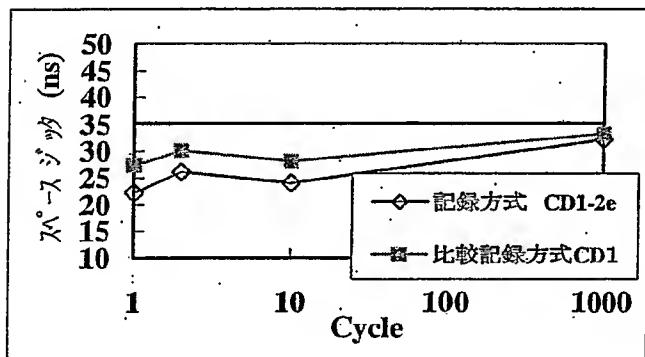
(d)

46 / 67

図5.1



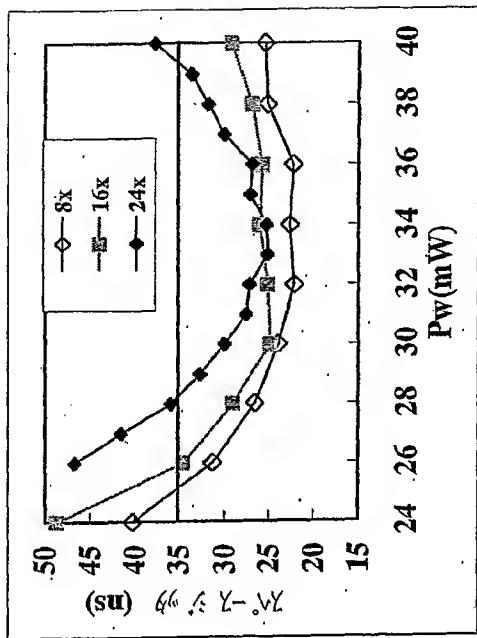
(a)



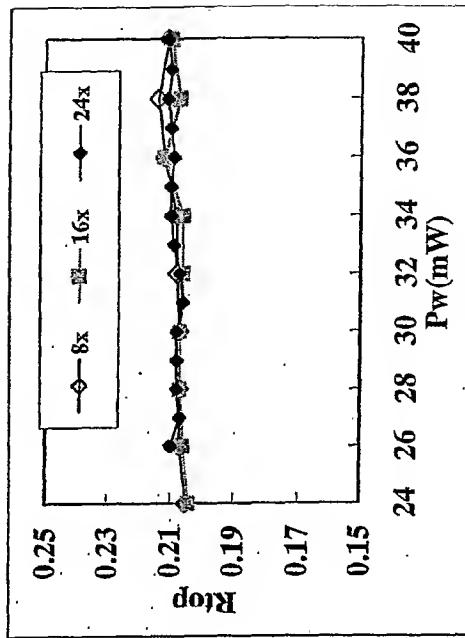
(b)

47 / 67

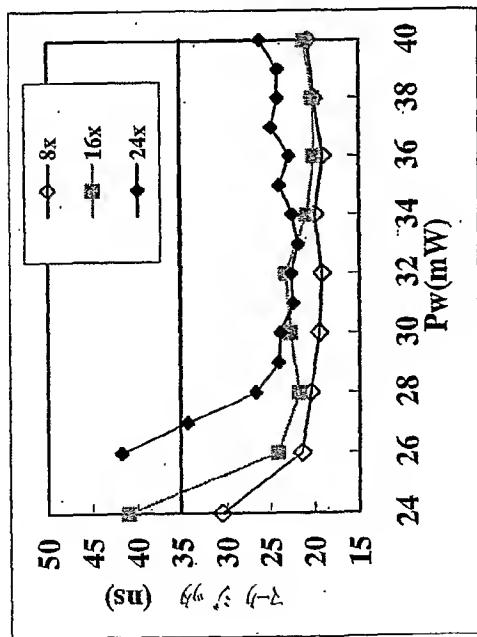
図52



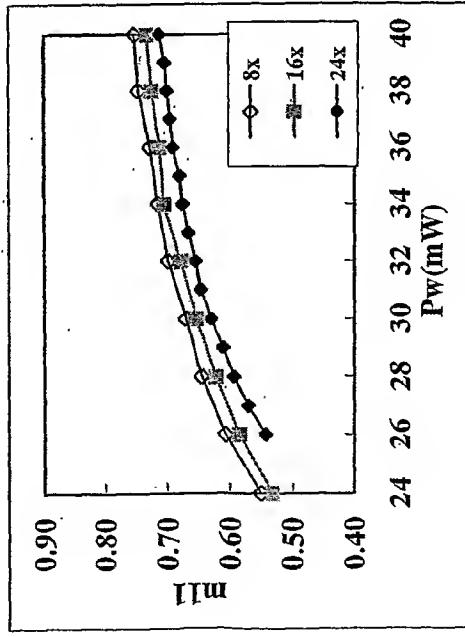
(a)



(b)



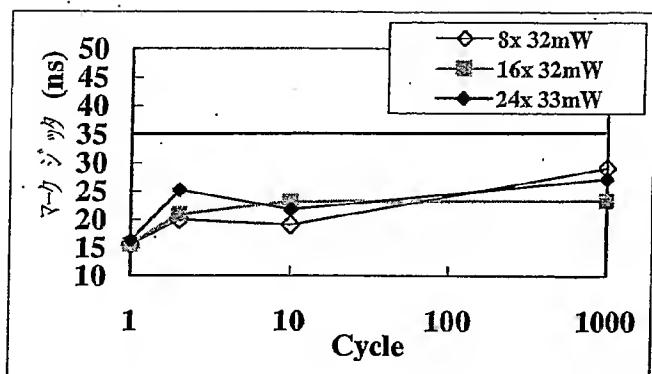
(c)



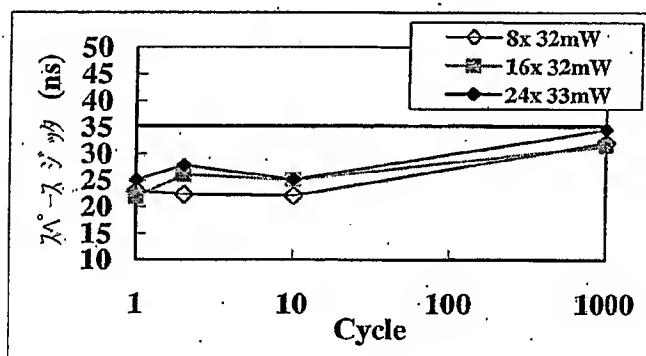
(d)

48 / 67

図53



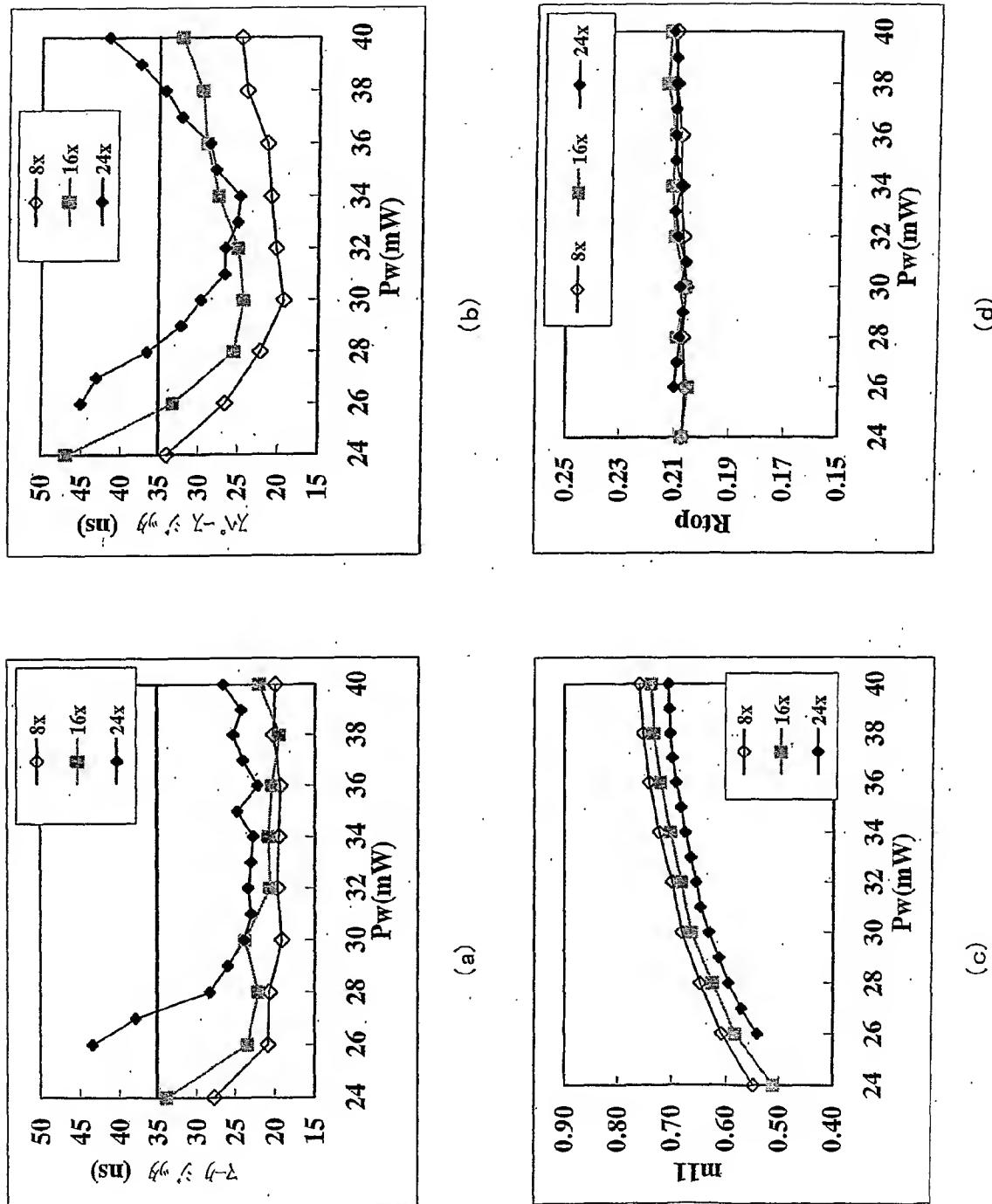
(a)



(b)

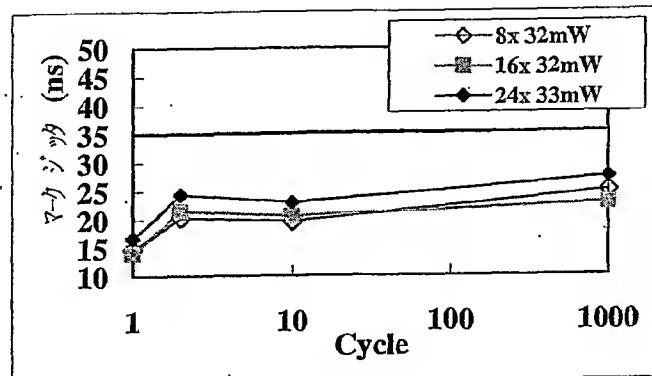
49 / 67

図54

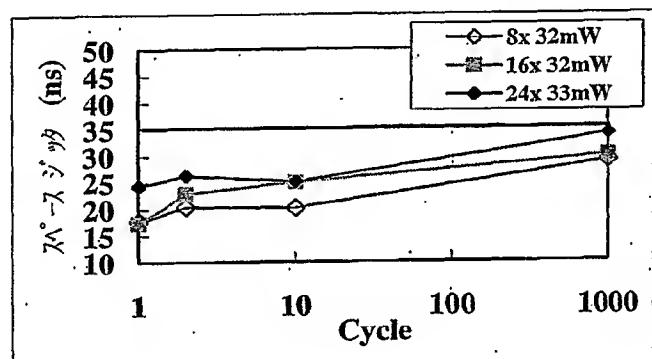


50 / 67

図55



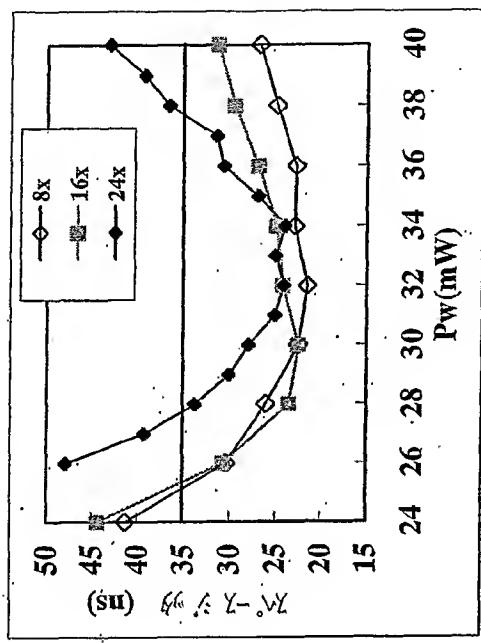
(a)



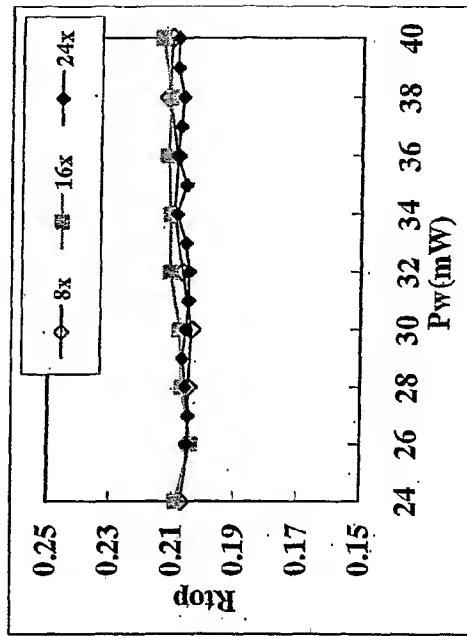
(b)

51 / 67

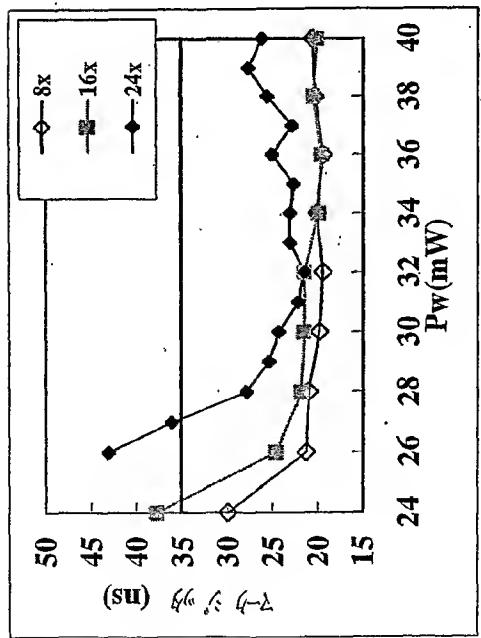
図56



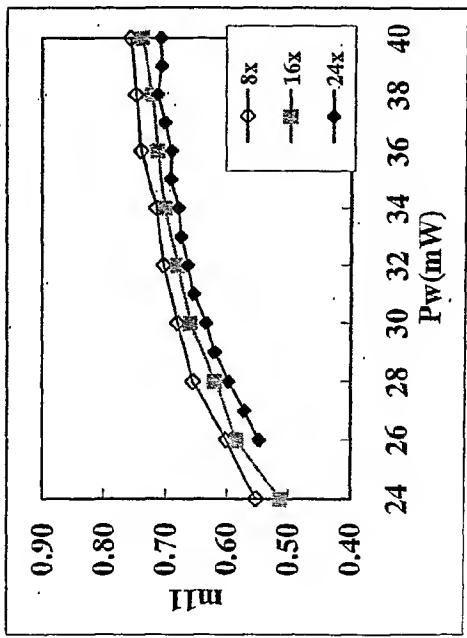
(a)



(b)



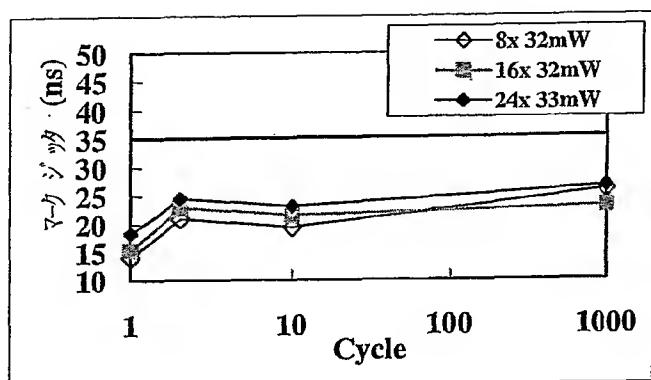
(c)



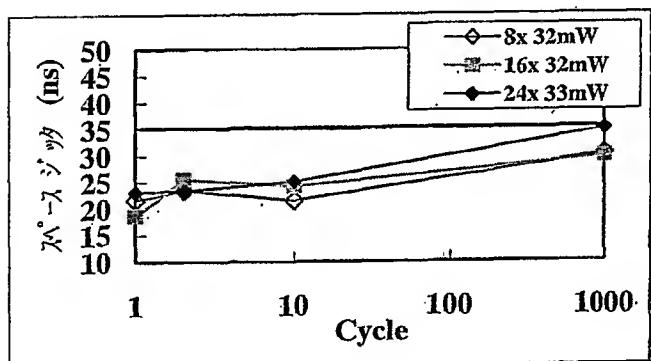
(d)

52 / 67

図57



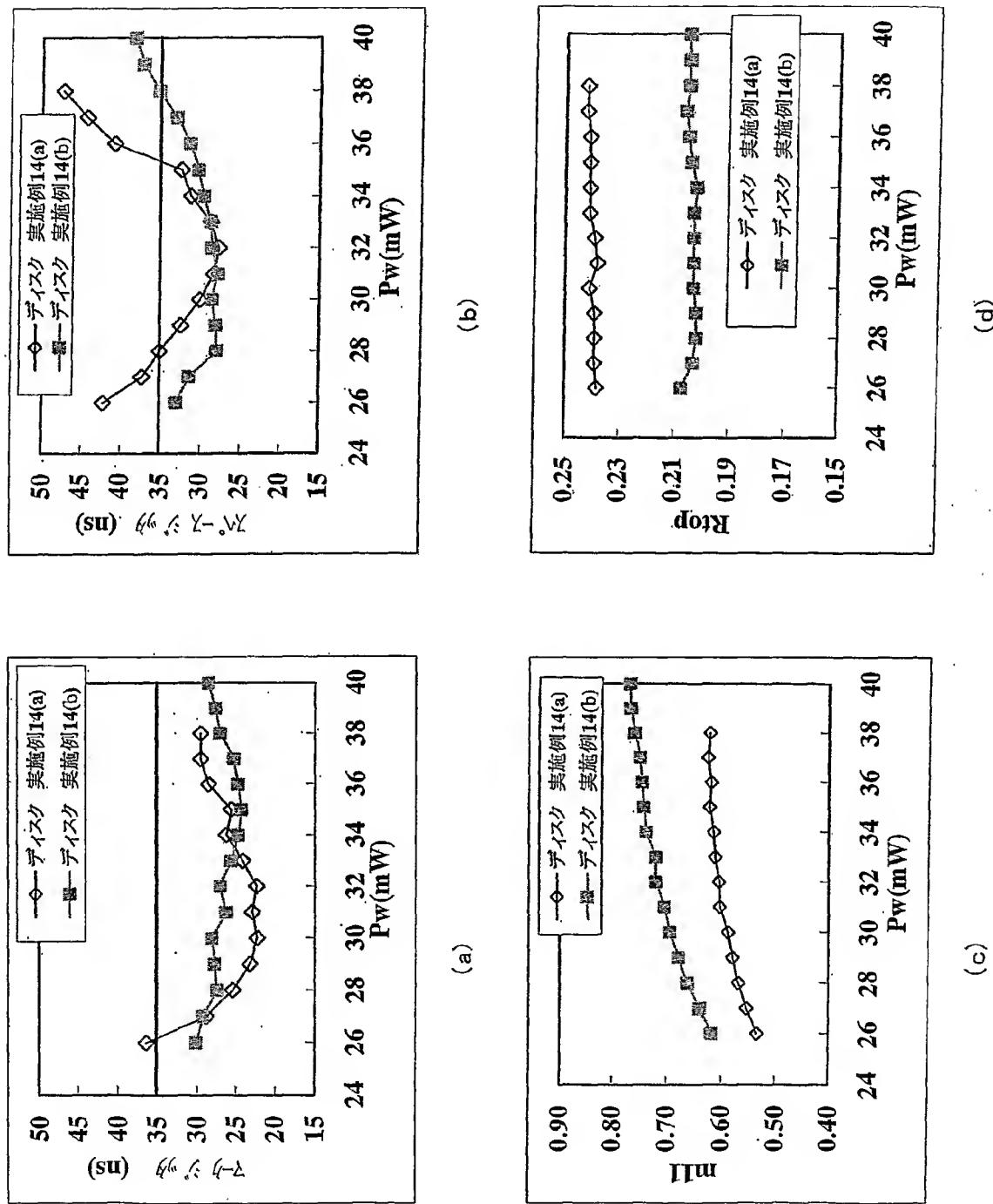
(a)



(b)

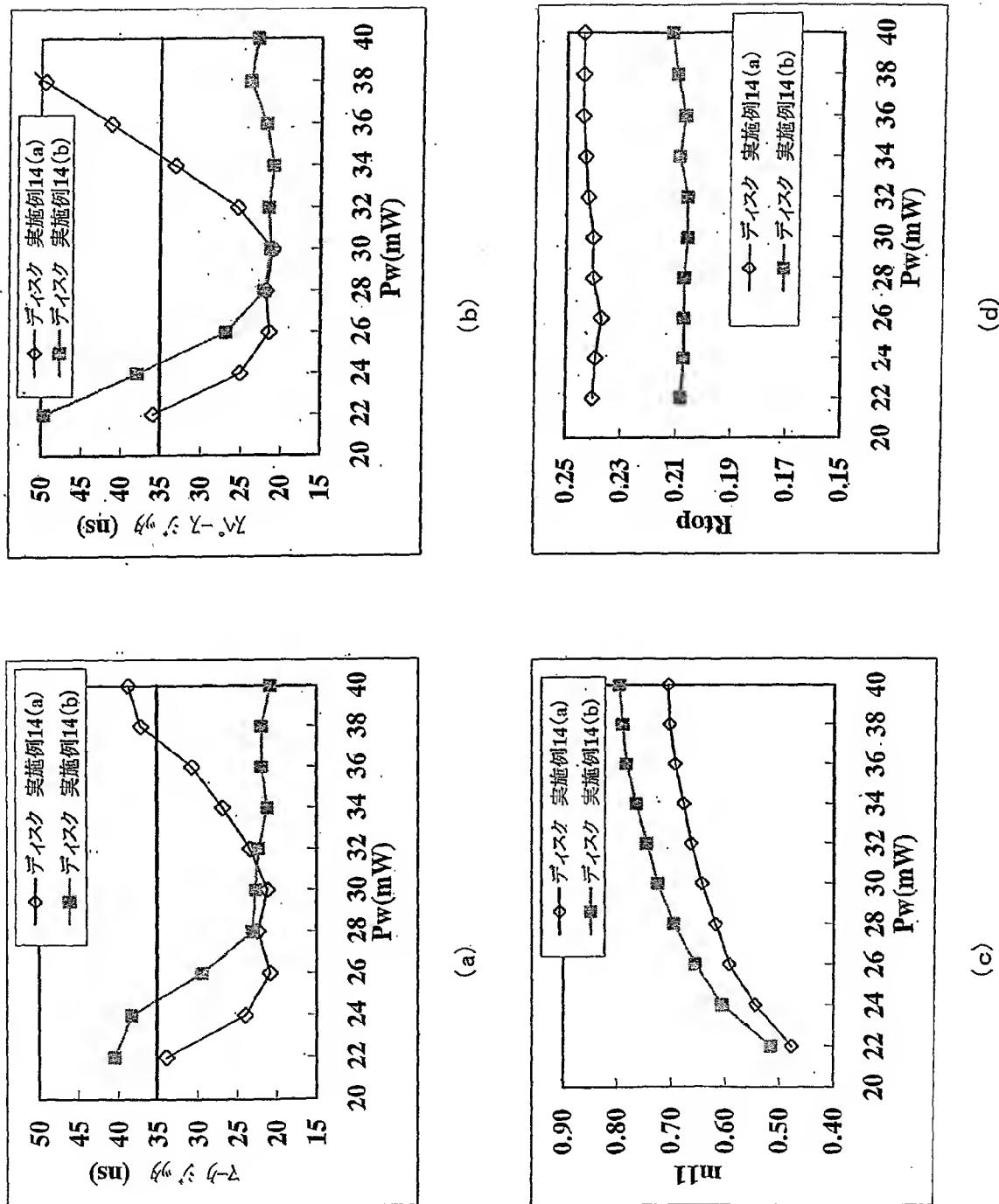
53 / 67

図5.8



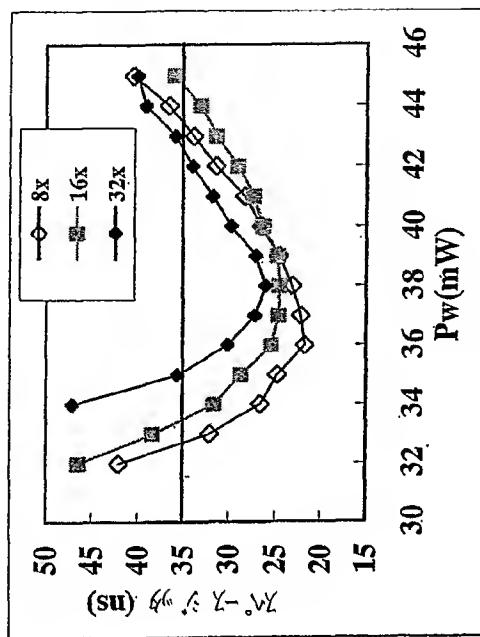
54 / 67

図59

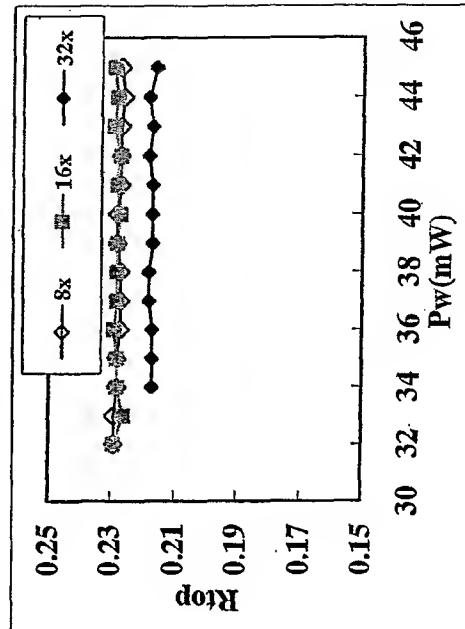


55 / 67

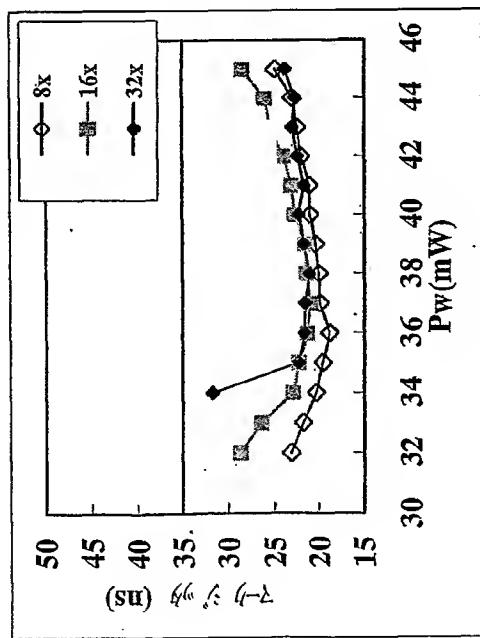
図60



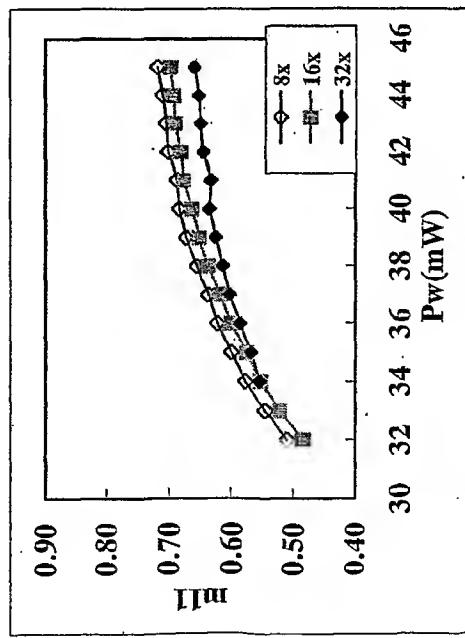
(a)



(b)

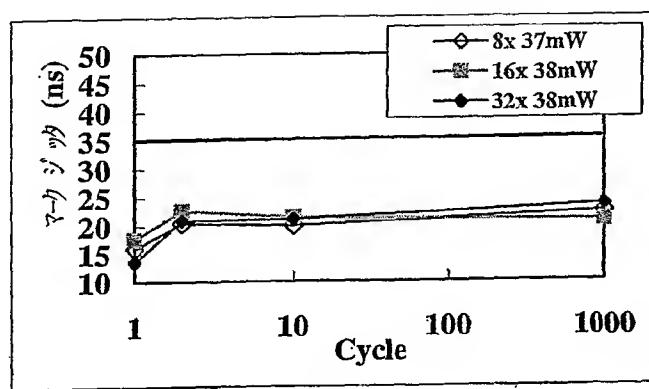


(c)

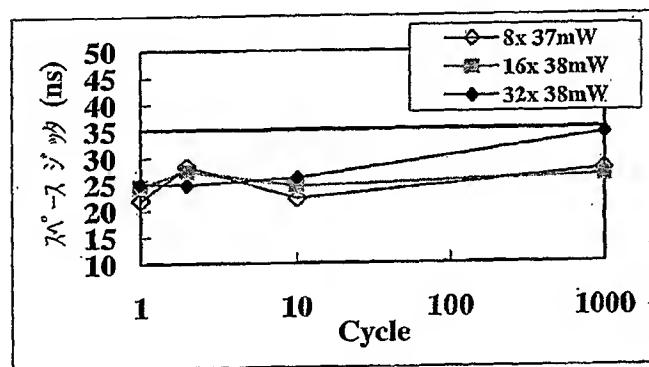


56 / 67

図61



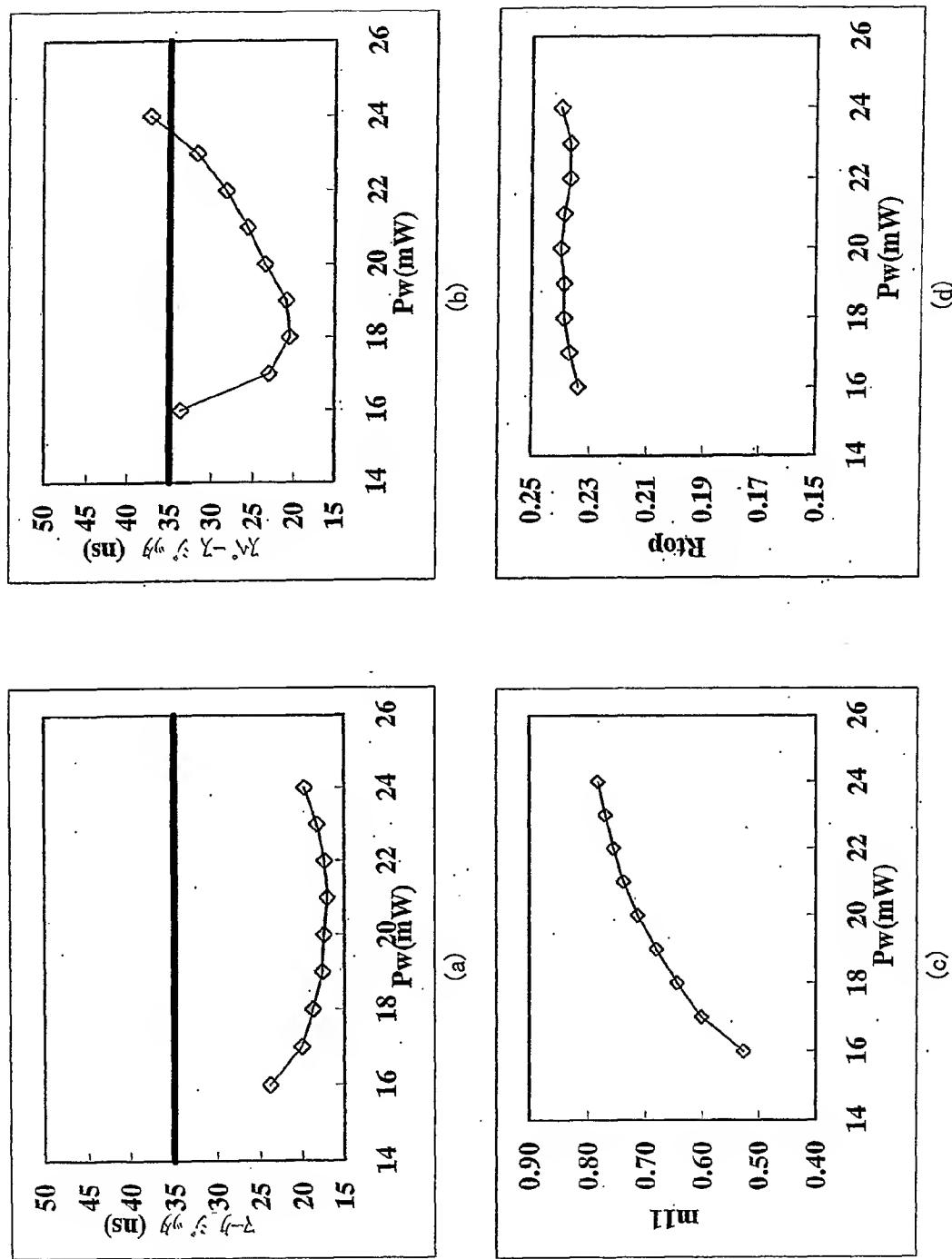
(a)



(b)

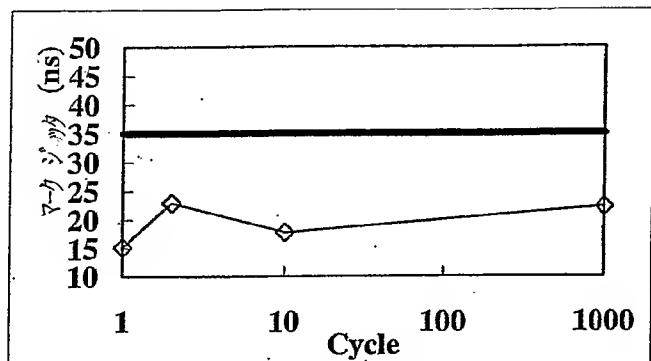
57 / 67

図6.2

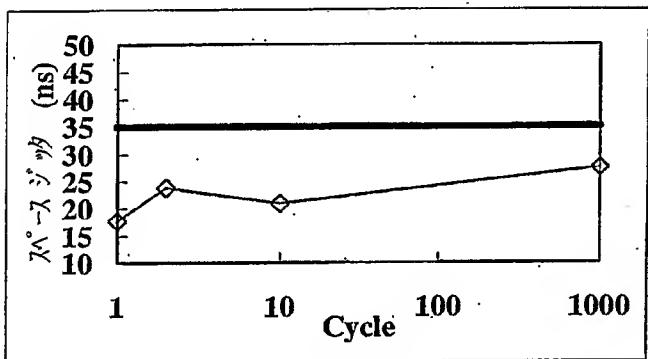


58/67

図63



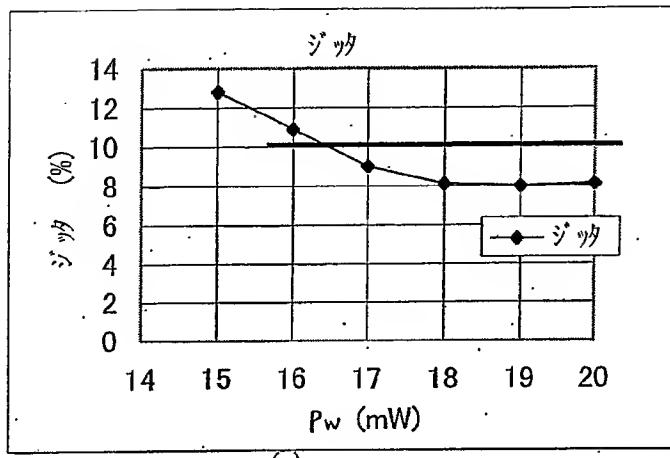
(a)



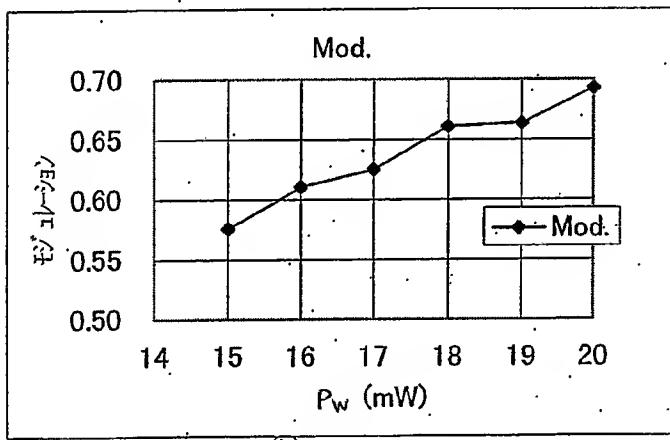
(b)

59 / 67

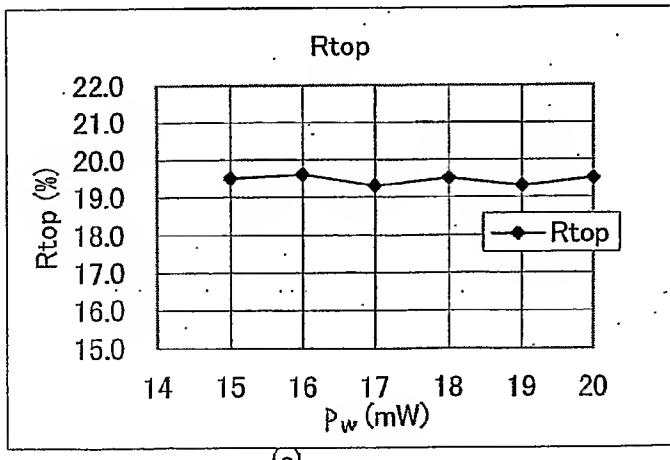
図64



(a)



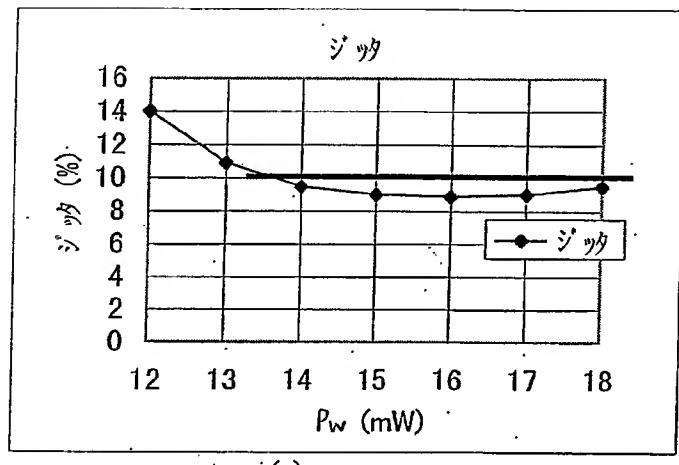
(b)



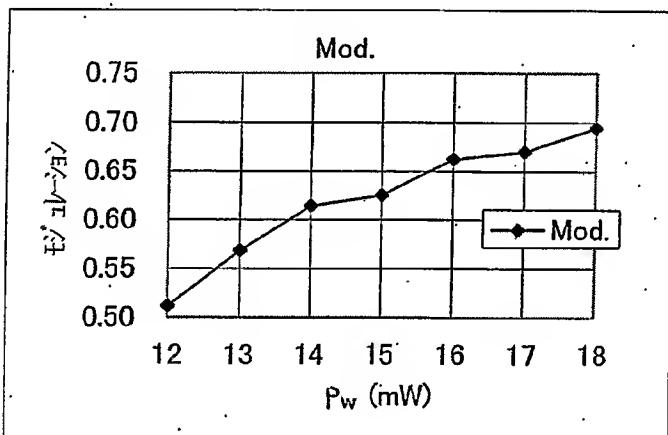
(c)

60 / 67

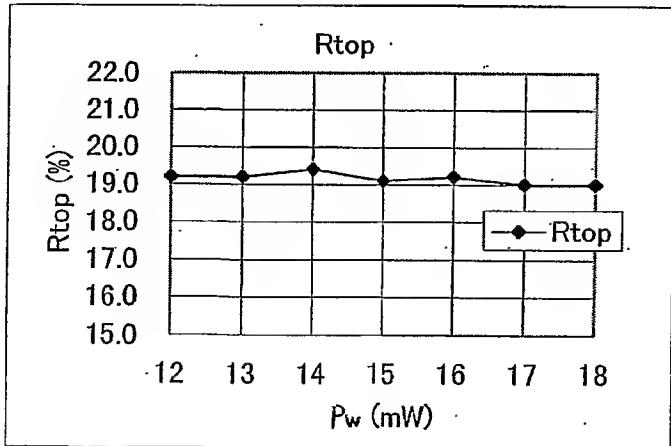
図65



(a)



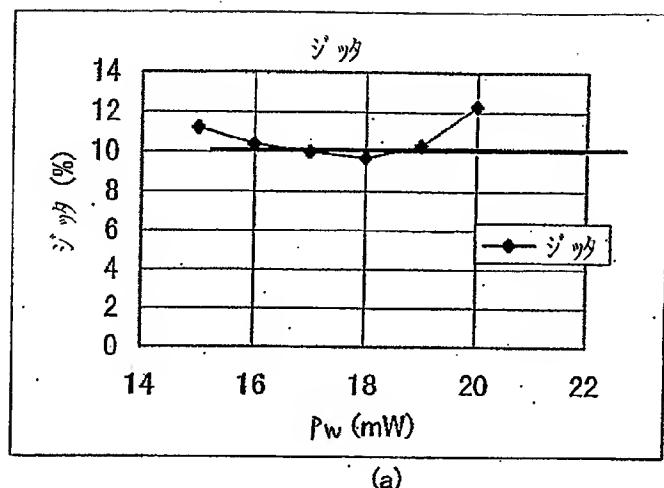
(b)



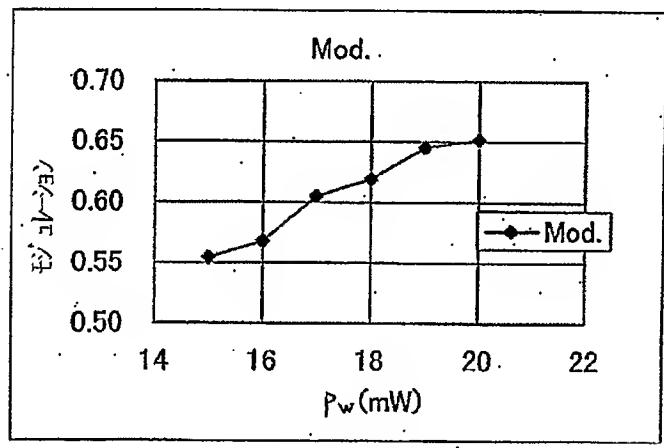
(c)

61 / 67

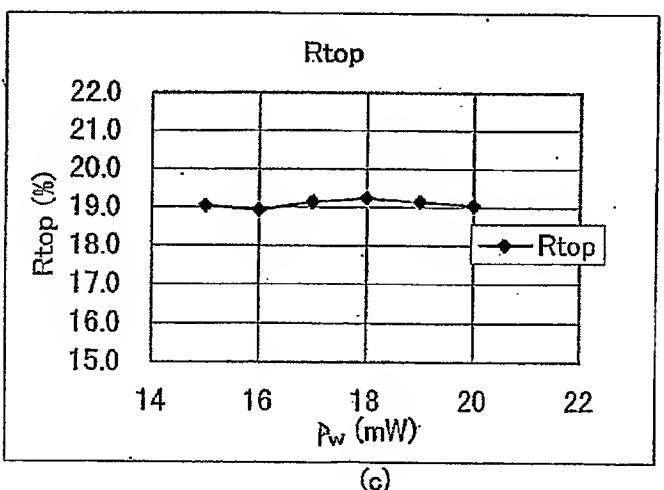
図66



(a)



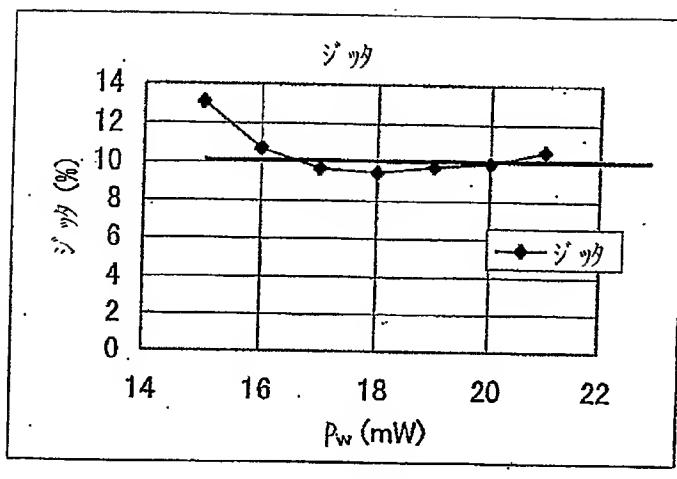
(b)



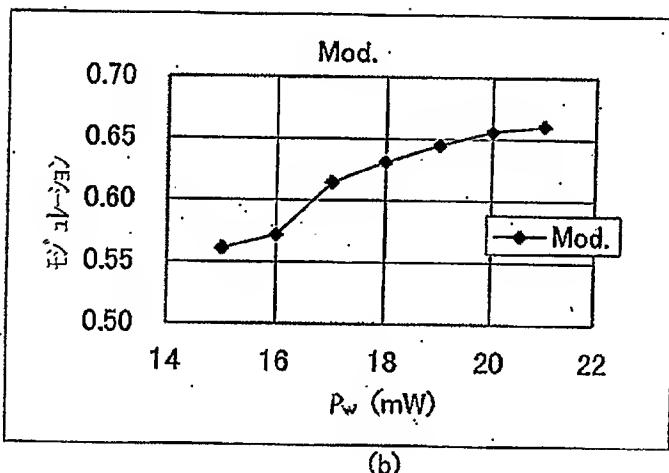
(c)

62 / 67

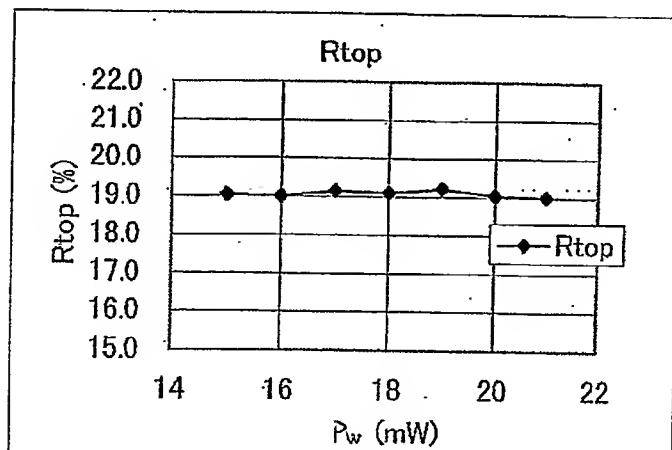
図67



(a)



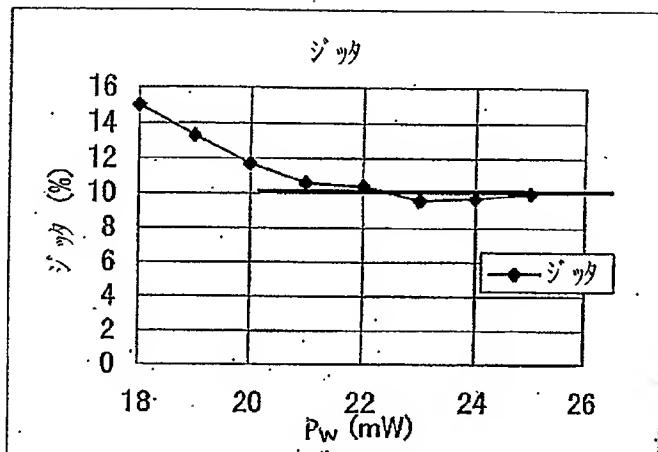
(b)



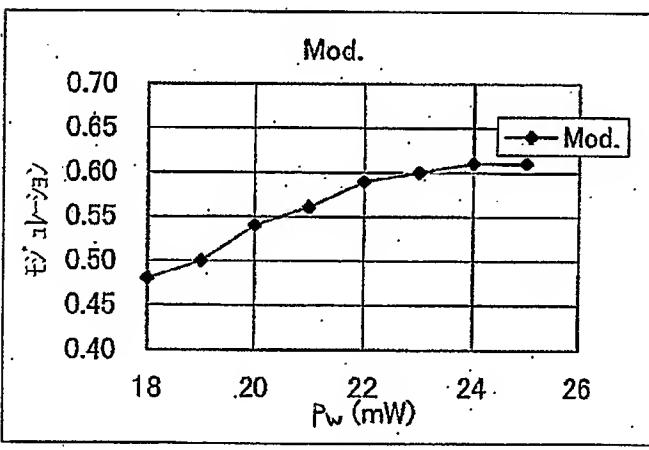
(c)

63 / 67

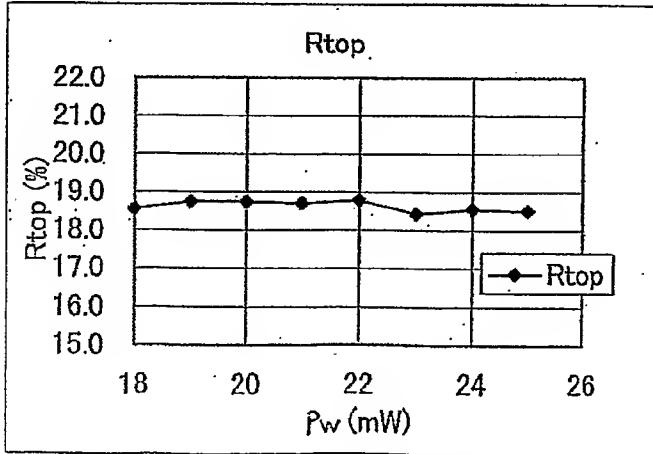
図6.8



(a)



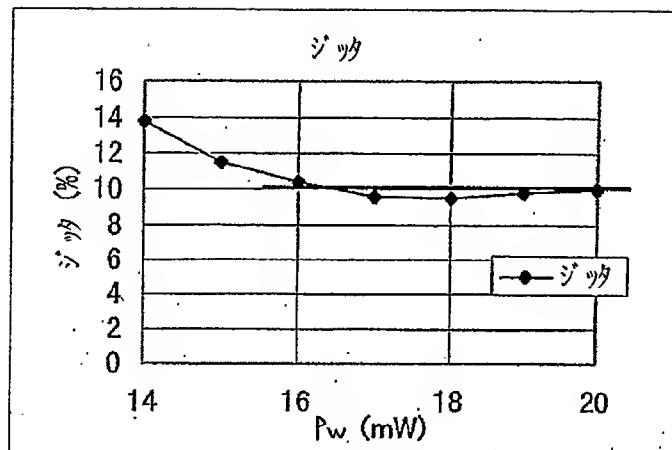
(b)



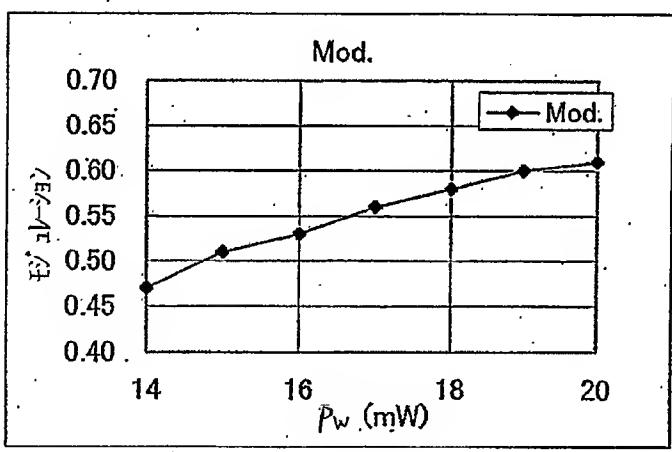
(c)

64 / 67

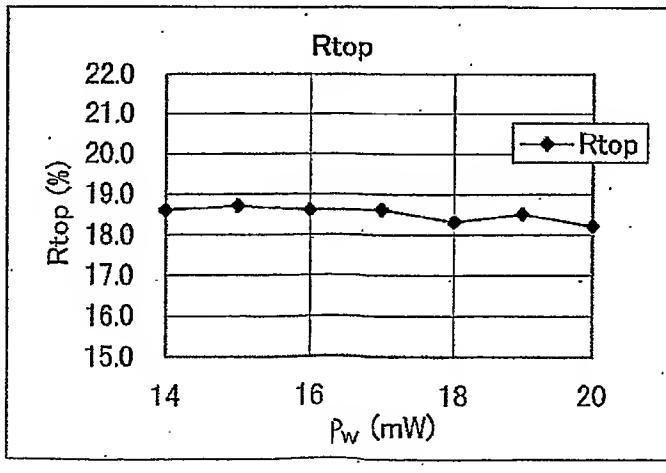
図69



(a)



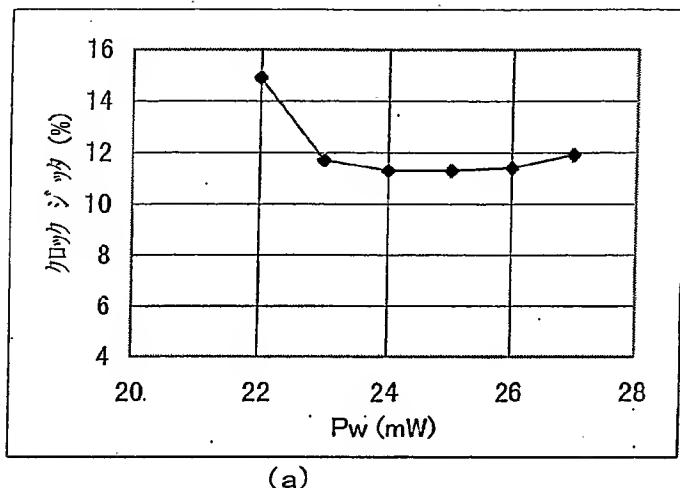
(b)



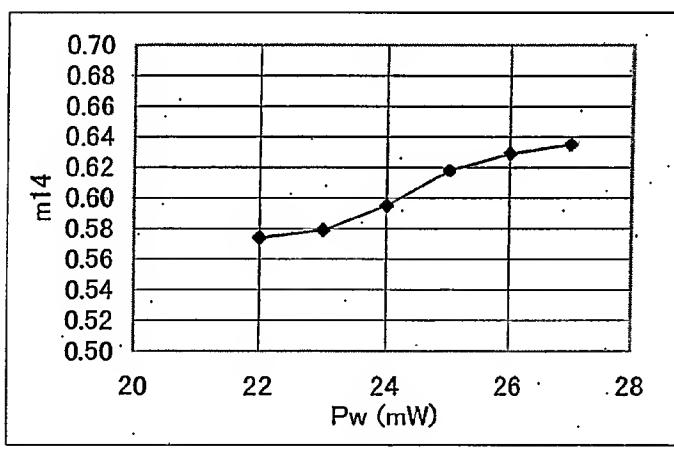
(c)

65 / 67

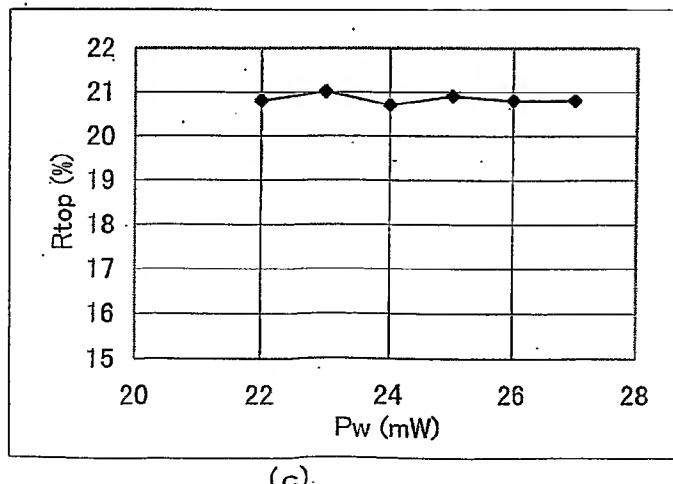
図70



(a)



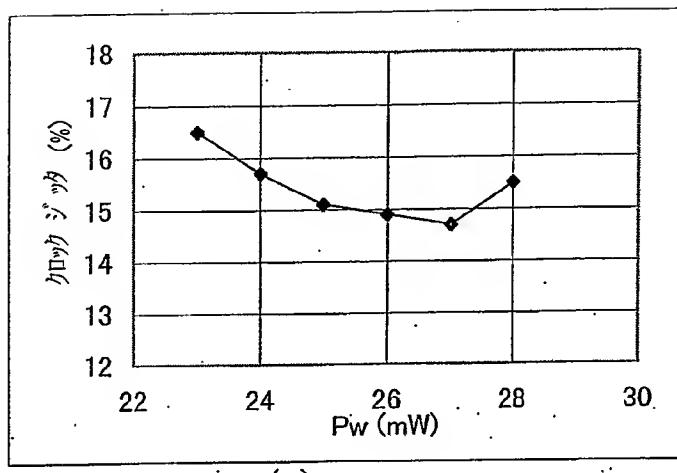
(b)



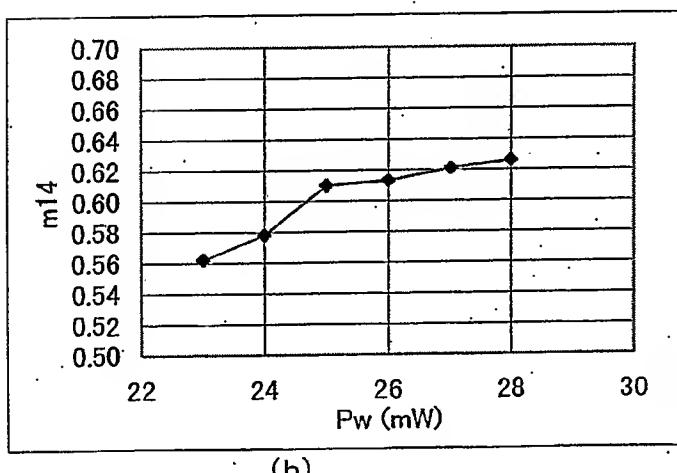
(c)

66 / 67

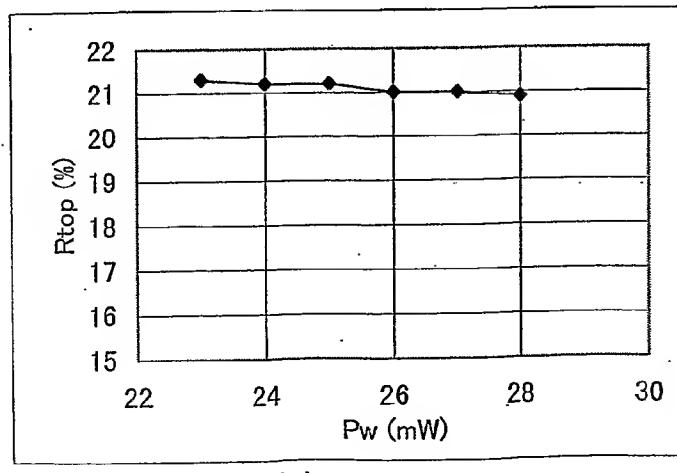
図71



(a)



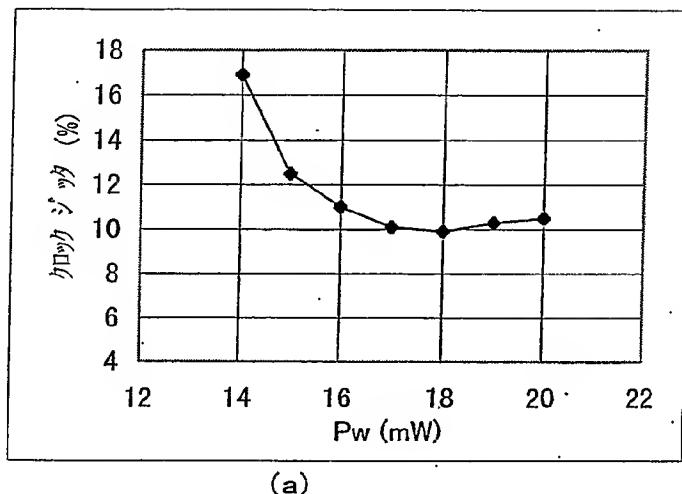
(b)



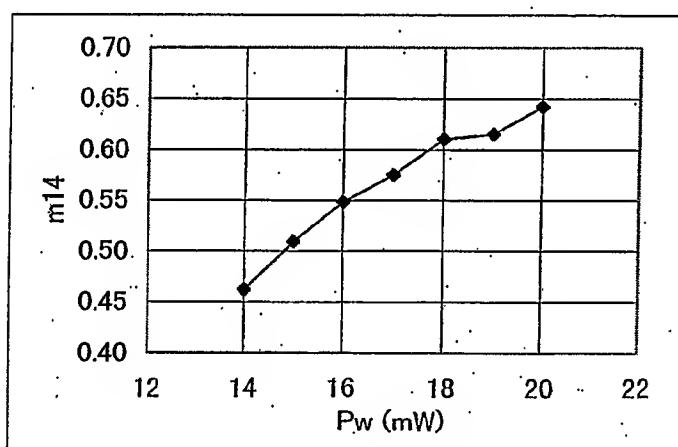
(c)

67 / 67

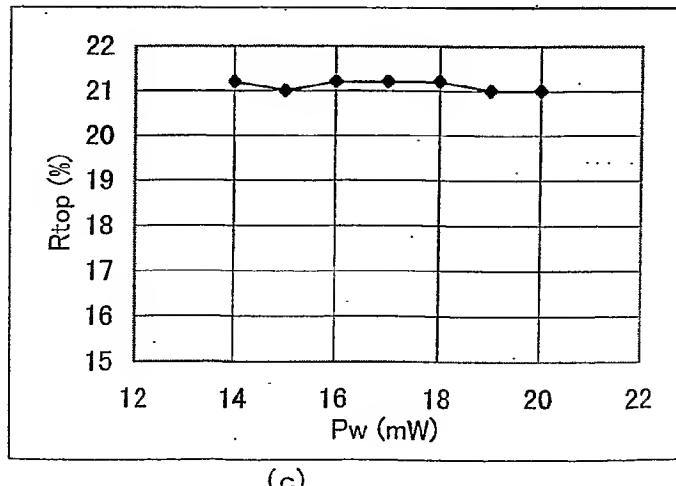
図72



(a)



(b)



(c)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP03/01509

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/0045, 7/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/00-7/013, 7/24, 7/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2002-264506 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 18 September, 2002 (18.09.02), Par. No. [0047] (Family: none)	12-14, 19, 21
A	JP 11-115313 A (Ricoh Co., Ltd.), 27 April, 1999 (27.04.99), Full text & EP 898272 A2 & US 5974025 A	1-56
A	JP 10-326436 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 08 December, 1998 (08.12.98), Full text & EP 867868 A2 & US 6004646 A	1-56

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

"A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
13 March, 2003 (13.03.03)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2003 (01.04.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/01509

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-172179 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 26 June, 1998 (26.06.98), Full text & EP 847049 A3 & US 6108295 A	1-56
A	JP 9-282661 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 31 October, 1997 (31.10.97), Full text (Family: none)	1-56

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G11B7/0045, 7/24

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G11B7/00-7/013, 7/24, 7/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本実用新案公報 1922-1996年

日本公開実用新案公報 1971-2003年

日本登録実用新案公報 1994-2003年

日本実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	JP 2002-264506 A (三菱化学株式会社) 2002.09.18, 段落0047 (ファミリーなし)	12-14, 19, 21
A	JP 11-115313 A (株式会社リコー) 1999.04.27, 全文 & EP 898272 A2 & US 5974025 A	1-56

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.03.03

国際調査報告の発送日

01.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許序審査官 (権限のある職員)

齊藤 健一

5D 3046

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C(続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-326436 A (三菱化学株式会社) 1998. 12. 08, 全文 & EP 867868 A2 & US 6004646 A	1-56
A	JP 10-172179 A (三菱化学株式会社) 1998. 06. 26, 全文 & EP 847049 A3 & US 6108295 A	1-56
A	JP 9-282661 A (三菱化学株式会社) 1997. 10. 31, 全文 (ファミリーなし)	1-56